Phyt.
641 fg

Schumann

LEHRBUCH

DER

SYSTEMATISCHEN BOTANIK

PHYTOPALÄONTOLOGIE UND PHYTOGEOGRAPHIE

VON

PROF. DR. K. SCHUMANN,
KUSTOS AM KÖNIGLICHEN BOTANISCHEN MUSEUM ZU BERLIN.

MIT 193 FIGUREN UND EINER KARTE IN FARBENDRUCK.

STUTTGART.
VERLAG VON FERDINAND ENKE.
1894.

23/6. 94

Verlag von Ferdinand Enke in Stuttgart.

Handbuch für Pflanzensammler.

Von **Dr. Udo Dammer.**

Mit 59 Holzschnitten und 13 Tafeln. gr 8. 1891. geh. M. 8. —

Anleitung für Pflanzensammler.

Von **Dr. Udo Dammer.**

Mit 21 Holzschnitten. 8. 1894. geh. M. 2. —

Deutsche Dendrologie

von

Prof. Dr. E. Koehne.

Kurze Beschreibung der in Deutschland im Freien aushaltenden Nadel- und Laubholzgewächse zur schnellen und sicheren Bestimmung der Gattungen der Arten und einiger wichtiger Abarten und Formen.

Mit etwa 1000 Einzelfiguren in 100 Abbildungen nach Originalzeichnungen des Verfassers. gr. 8. 1893. geh. M. 14. —

Lehrbuch

der

Niederen Kryptogamen.

Mit besonderer Berücksichtigung

derjenigen Arten, die für den Menschen von Bedeutung sind oder im Haushalte der Natur eine hervorragende Rolle spielen.

Von **Prof. Dr. Friedr. Ludwig.**

Mit 13 Figuren in etwa 130 Einzelbildern. gr. 8. 1892. geh. M. 14. —

Allgemeine Morphologie der Pflanzen

mit besonderer Berücksichtigung der Blütenmorphologie

von **Dr. F. Pax.**

Mit 126 Holzschnitten. gr. 8. 1890. geh. M. 9. —

Die Wettervorhersage.

Eine praktische Anleitung zur

Wettervorhersage auf Grundlage der Zeitungswetterkarten und Zeitungswetterberichte.

Für alle Berufsarten.

Im Auftrage der Direktion der deutschen Seewarte

bearbeitet von

Professor Dr. W. J. van Bebber,

Abtheilungsvorstand der deutschen Seewarte.

Mit zahlreichen Beispielen und 103 Abbildungen.

gr. 8. 1891. geh. M. 4. —

NATURWISSENSCHAFTLICHE LEHRBÜCHER

LEHRBUCH

DER

SYSTEMATISCHEN BOTANIK

PHYTOPALÄONTOLOGIE UND PHYTOGEOGRAPHIE

VON

Prof. Dr. K. SCHUMANN,
KUSTOS AM KÖNIGLICHEN BOTANISCHEN MUSEUM ZU BERLIN.

MIT 193 FIGUREN UND EINER KARTE IN FARBENDRUCK.

STUTTGART.
VERLAG VON FERDINAND ENKE.
1894.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft in Stuttgart.

Vorrede.

Als mir von seiten der Verlagsbuchhandlung der ehrenvolle Antrag gestellt wurde, ein Lehrbuch der systematischen Botanik zu schreiben, kam ich diesem Wunsche um so lieber nach, als ich mich schon seit sehr vielen Jahren mit dem Gedanken getragen hatte, eine etwas umfangreichere Zusammenstellung der gesicherten Kenntnisse in dem Gebiete zu wagen. Anderweitige Arbeiten, besonders eigene Untersuchungen über die mit der systematischen Botanik so eng verbundene Morphologie, hatten den Plan zurückgedrängt, der durch jene Aufforderung wieder lebhafter in mir wach wurde.

Während der Arbeit erschien der weitere Ausbau des Engler-schen Systemes, das ich in seiner logischen und folgerichtigen Gliederung vor allen übrigen, bis jetzt entwickelten Anreihungen für das beste ansehe. Ich habe mich demselben deswegen streng angeschlossen. Nach seinem Vorgange sind die Kryptogamen in diesem Lehrbuche etwas ausführlicher besprochen, als dies gewöhnlich der Fall ist; diese Erweiterung dürfte wohl manchem, von den Lehrenden sowohl als den Lernenden, erwünscht sein.

Unter den Siphono- oder Phanerogamen habe ich einige Familien ein wenig umfangreicher behandelt, während andere mehr kursorisch erledigt worden sind; die letzteren sind die unwichtigeren, zu den ersteren gehören aber nicht bloss die in ökonomischer, technischer und medizinischer Hinsicht bedeutungsvollen, sondern auch die wissenschaftlich interessanten Gruppen.

Die wichtigsten Thatsachen aus der Morphologie, besonders der Blüten, wurden bei den einzelnen Familien in einem gesonderten

Abschnitte besprochen; hier wurden ferner die hauptsächlichsten anatomischen und biologischen Besonderheiten angefügt.

Dank der opferbereiten Einwilligung der Verlagsbuchhandlung konnte das vorliegende Buch mit einer grossen Anzahl der besten Illustrationen versehen werden. Ich habe dieselben überall dort hergenommen, wo ich sie fand, weil eben das Beste gerade gut genug für den Unterricht ist; eine nicht unerhebliche Zahl von neuen Figuren konnten dort, wo ältere zur Benutzung nicht vorlagen, eingeschaltet werden.

Es war nicht bloss der Wunsch der Verlagsbuchhandlung, sondern auch der meine, dass dieses Lehrbuch der systematischen Botanik um zwei nicht allgemein berücksichtigte Kapitel erweitert wurde: um die Phytopaläontologie und Phytogeographie. Die fossilen Reste, welche aus den einzelnen Familien bekannt geworden sind, haben zwar schon in der systematischen Aufzählung einen Ort gefunden, es schien mir aber erspriesslich, im Zusammenhange die Floren der verschiedenen geologischen Epochen vorzuführen. Auf diesem Wege wurde nicht allein eine Kenntnis über die allmähliche Entwickelung der Pflanzenwelt gewonnen, sondern auch der Boden geschaffen, auf welchem die Phytogeographie aufgebaut werden sollte.

Es ist mir zum Schlusse eine angenehme Pflicht, noch zwei Herren zu danken, welche mich bei der Korrektur dieses Buches sehr wesentlich unterstützt haben, den Herren Dr. Gilg und Dr. Taubert, beide am Königlichen botanischen Museum zu Berlin thätig. Dem ersterwähnten gebührt aber noch ein besonderer Dank, weil wir sehr häufig einzelne Kapitel zusammen durchgesprochen und beraten haben.

Berlin, Mitte Juni 1894.

Der Verfasser.

∗ 17. 6 1851 † 22. 3. 1904.

Inhaltsverzeichnis.

A. Systemkunde.

Seite

Einleitung . 3

1. Abteilung. **Myxothallophyta** 16

1. Unterabteilung. Myxomycetes. Schleimpilze (*Mycetozoa*) . . . 16

1. Klasse. Acrasieae 17

2. Klasse. Plasmodiophorales 17

3. Klasse. Myxogasteres 17

2. Abteilung. **Euthallophyta** 20

1. Unterabteilung. Schizophyta. (*Spaltpflanzen*) 20

1. Klasse. Schizophyceae. (*Cyanophyceae, Phycochromaceae, Spaltalgen*) 20

2. Klasse. Schizomycetes. (*Bakterien*) 23

2. Unterabteilung. Dinoflagellata 32

Klasse Dinoflagellata. (*Peridinea*) 32

3. Unterabteilung. Bacillariales 33

Klasse Bacillariales. (*Diatomeen*) 33

4. Unterabteilung. Gamophyceae 37

1. Klasse. Conjugatae 38

2. Klasse. Chlorophyceae 40

1. Unterklasse. Protococcales 40

2. Unterklasse. Confervales 43

3. Unterklasse. Siphonales 47

3. Klasse. Charales. Armleuchtergewächse 50

4. Klasse. Phaeophyceae (*Fucoideae. Braunalgen*) 51

1. Unterklasse. Phaeosporeae 52

2. Unterklasse. Cyclosporeae 54

5. Klasse. Dictyotales 56

6. Klasse. Rhodophyceae 57

1. Unterklasse. Bangiales 57

2. Unterklasse. Florideae 58

Seite
1. Reihe. Nemalionales 59
2. Reihe. Gigartinales 60
3. Reihe. Rhodymeniales 61
5. Unterabteilung. Fungi. *(Eumycetes. Echte Pilze)* 64
1. Klasse. Phycomycetes 64
1. Reihe. Zygomycetes 65
1. Unterreihe. Zygomycetes exosporangiati 65
2. Unterreihe. Zygomycetes carposporangiati 70
2. Reihe. Oomycetes 70
1. Unterreihe. Mycosiphonales 71
2. Unterreihe. Entomophthorales 76
3. Unterreihe. Chytridiales 77
2. Klasse. Mesomycetes 78
1. Unterklasse. Hemiasci 79
1. Reihe. Gymnohemiasci 79
2. Reihe. Carpohemiasci 80
2. Unterklasse. Hemibasidii 80
3. Reihe. Protohemibasidii 81
4. Reihe. Autohemibasidii 83
3. Klasse. Mycomycetes 85
1. Unterklasse. Ascomycetes 85
1. Reihe. Exoasci 86
2. Reihe. Carpoasci 87
Flechtenbildung.
1. Unterreihe. Gymnoascales 92
2. Unterreihe. Perisporiales 93
3. Unterreihe. Pyrenomycetes 97
1. Familiengruppe. Hypocreales 97
2. Familiengruppe. Sphaeriales 100
3. Familiengruppe. Dothideales 101
Anhang: Flechtenbildende Pyrenomyceten. *(Pyrenolichenes* oder *Lichenes pyrenocarpi)* 101
4. Unterreihe. Hysteriales 101
Anhang: Flechtenbildende Hysteriales 102
5. Unterreihe. Discomycetes 102
1. Familiengruppe. Phacidiales 104
2. Familiengruppe. Dermateales 104
3. Familiengruppe. Pezizales 105
4. Familiengruppe. Helvellales 105
Anhang: Flechtenbildende Discomyceten *(Discolichenes, Lichenes discocarpi)* 106
2. Unterklasse. Basidiomycetes 109
1. Reihe. Protobasidiomycetes 109
1. Unterreihe. Protobasidiomycetes gymnocarpi . . . 109
1. Familiengruppe. Uredinales 110
2. Familiengruppe. Auriculariales 119
3. Familiengruppe. Tremellales 120
2. Unterreihe. Protobasidiomycetes angiocarpi 120

Seite

4. Familiengruppe. Pilacrales 120
2. Reihe. Autobasidiomycetes 121
1. Unterreihe. Dacryomycetes 121
2. Unterreihe. Hymenomycetes 121
Anhang: Flechtenbildende Hymenomyceten. *(Hymenolichenes)* . . 132
3. Unterreihe. Phalloideae 132
4. Unterreihe. Gasteromycetes 135
Fungi imperfecti 138
3. Abteilung. **Embryophyta zoidiogama.** *(Archegoniatae)* 141
1. Unterabteilung. Bryophyta *(Muscinei)* 141
1. Klasse. Hepaticae. *Lebermoose* 145
1. Reihe. Marchantiales 146
2. Reihe. Anthocerotales 148
3. Reihe. Jungermanniales 149
1. Unterreihe. Anacrogynae 149
2. Unterreihe. Acrogynae 150
2. Klasse. Musci. *(Musci frondosi* oder *Laubmoose)* 152
1. Unterklasse. Sphagnales 154
2. Unterklasse. Andreaeales 156
3. Unterklasse. Archidiales 157
4. Unterklasse. Bryales 157
1. Reihe. Cleistocarpae 159
2. Reihe. Stegocarpae 159
1. Unterreihe. Acrocarpae 160
2. Unterreihe. Pleurocarpae 161
2. Unterabteilung. Pteridophyta. *(Gefäss-* oder besser *Leitbündel-Kryptogamen)* . 163
1. Reihe. Filicales 164
1. Unterreihe. Filices. *(Farnkräuter)* 164
1. Gruppe. Planithallosae 167
2. Gruppe. Tuberithallosae 183
2. Unterreihe. Hydropterides 184
2. Reihe. Equisetales 187
1. Unterreihe. Isosporae 187
2. Unterreihe. Heterosporae 189
3. Reihe. Sphenophyllales 193
4. Reihe. Lycopodiales 195
1. Unterreihe. Isosporae 196
2. Unterreihe. Heterosporae 198
Vergleichende Darstellung der Befruchtungsverhältnisse bei den Zoidiogamae und ihre Verbindung mit den Siphonogamae 212
1. Die ungeschlechtliche *(embryonale)* Generation 212
2. Die geschlechtliche *(proembryonale)* Generation 214
4. Abteilung. **Embryophyta siphonogama.** *(Phanerogamae, Phaenogamae)*. 217
1. Unterabteilung. Gymnospermae 218
1. Reihe. Cycadales 219
2. Reihe. Cordaitales 221
3. Reihe. Bennettitales 223

Seite

4. Reihe. Coniferae 224
5. Reihe. Gnetales 239
2. Unterabteilung. Angiospermae. *(Metaspermae)* 241
1. Klasse. Monocotyledoneae. *(Monocotyleae)* 244
1. Reihe. Pandanales 244
2. Reihe. Helobiae 246
3. Reihe. Glumiflorae 252
4. Reihe. Principes 263
5. Reihe. Synanthae 268
6. Reihe. Spathiflorae 268
7. Reihe. Farinosae 272
8. Reihe. Liliiflorae 275
9. Reihe. Scitamineae. *(Arillatae)* 290
10. Reihe. Microspermae 295

2. Klasse. Dicotyledoneae 300

1. Reihengruppe. Archichlamydeae.

1. Reihe. Verticillatae 300
2. Reihe. Piperales 301
3. Reihe. Juglandales 303
4. Reihe. Salicales 306
5. Reihe. Fagales 308
6. Reihe. Urticales 314
7. Reihe. Proteales 322
8. Reihe. Santalales 323
9. Reihe. Aristolochiales 326
10. Reihe. Polygonales 330
11. Reihe. Centrospermae 333
12. Reihe. Ranales 342
13. Reihe. Rhoeadales 357
14. Reihe. Sarraceniales 365
15. Reihe. Rosales 367
16. Reihe. Geraniales 390
17. Reihe. Sapindales 408
18. Reihe. Rhamnales 417
19. Reihe. Malvales 419
20. Reihe. Parietales 428
21. Reihe. Opuntiales 439
22. Reihe. Thymelaeales 441
23. Reihe. Myrtiflorae 442
24. Reihe. Umbelliflorae 449

2. Reihengruppe. Sympetalae.

1. Reihe. Ericales 454
2. Reihe. Primulales 460
3. Reihe. Ebenales 464
4. Reihe. Contortae 469
5. Reihe. Tubiflorae 479

Seite
6. Reihe. Plantaginales 501
7. Reihe. Rubiales 502
8. Reihe. Campanulatae 512

B. Phytopaläontologie.

Einleitung 525
Die Gliederung der Erdrinde 526
Die ersten Spuren organischer Wesen 528
I. Die paläozoische Gruppe.
A. Die cambrische Formation 528
B. Die silurische Formation 530
C. Die devonische Formation 532
D. Die Karbonformation 538
α. Das Unterkarbon 539
β. Das Oberkarbon, Permokarbon und Perm 543
γ. Die Entstehung der Kohlenlager 554
δ. Glacialerscheinungen im Karbon 557
2. Die mesozoische Gruppe.
E. Die Triasformation 559
F. Die Juraformation 567
G. Die Kreideformation 574
3. Die neozoische Gruppe.
H. Die Tertiärformation 582
I. Das Diluvium 591
K. Das Alluvium 594
Zusammenfassung 595

C. Phytogeographie.

Einleitendes 599
A. Die Abhängigkeit der Gewächse von den äusseren Bedingungen.
a) Die Abhängigkeit der Gewächse von dem Substrat 600
b) Die Abhängigkeit der Pflanzen von dem umgebenden Medium . 602
c) Die Abhängigkeit des Pflanzenreiches von der örtlichen Exposition 614
d) Die Abhängigkeit der Gewächse von anderen Lebewesen . . . 616
B. Die Verteilung der Pflanzen auf der Erdoberfläche.
a) Die Verbreitung der systematischen Gruppen 618
b) Die Vegetationsformen und Vegetationsformationen 622
C. Die pflanzengeographischen Gebiete der Erde.
A. Das nördliche extratropische Florenreich 632
Die Gebiete des nördlichen extratropischen Florenreiches.
1. Das arktische Gebiet 644
2. Das subarktische oder Coniferengebiet 644
3. Das mitteleuropäische und aralo-kaspische Gebiet . . . 646
4. Das zentralasiatische Gebiet 653
5. Das makaronesische Uebergangsgebiet 654
6. Das Mittelmeergebiet 656

Seite

7. Das mandschurisch-japanische Gebiet 658
8. Das Gebiet des pacifischen Nordamerika 659
9. Das Gebiet des atlantischen Nordamerika 661

Die tropischen Florenreiche.
Entwickelung der tropischen Florenreiche 662

B. Das paläotropische Florenreich 667
10. Das westafrikanische Gebiet 668
11. Das afrikanisch-arabische Steppengebiet 669
12. Das malagassische Gebiet 672
13. Das vorderindische Gebiet 672
14. Das Gebiet des tropischen Himalaja 673
15. Das ostasiatische Tropengebiet 673
16. Das malayische Gebiet 674
17. Das Araucariengebiet 675
18. Das polynesische Gebiet 675
19. Das Gebiet der Sandwichinseln 676

C. Das neotropische Florenreich 676
20. Das Gebiet des mexikanischen Hochlandes 677
21. Das Gebiet des tropischen Amerika 678
22. Das andine Gebiet 680

D. Das altozeanische Florenreich 682
23. Das antarktische Waldgebiet 684
24. Das neuseeländische Gebiet 684
25. Das australische Gebiet 685
26. Das Gebiet des Kaplandes 685
27—29. Die Gebiete der altozeanischen Inseln Kerguelen, Amsterdam, Tristan d'Acunha, St. Helena 686

A. Systemkunde.

Unter einem System versteht man eine Anordnung, bezw. Aufzählung von gleichartigen Objekten, unter einem Pflanzensystem also von Gewächsen nach einem bezw. mehreren bestimmten, als Einteilungsgründe benutzten Merkmalen oder Gruppen von solchen. Während sich die Hauptgruppen des natürlichen Systems der Tiere: die Säugetiere, Vögel, Kriechtiere, Fische u. s. w. schon in der frühesten Zeit gewissermassen von selbst der Erkenntnis des Menschen aufdrängten, hat man erst verhältnismässig spät Versuche gemacht, die unendliche Mannigfaltigkeit der Pflanzenwelt systematisch zu beherrschen. Dieses geringe Verständnis für die durch gemeinschaftliche Merkmale gefesselten Gruppen ist um so auffallender, als schon von alters her aus dem Pflanzenreiche die Hauptmenge des Arzneischatzes genommen wurde; um nun immer dieselben Gegenstände wieder zu erkennen, beschrieb man die Pflanzen nicht selten mit einem gewissen Geschick. Die Kenntnis dieser Beschreibungen an sich, wie sie von Dioskorides, Galen, Plinius hinterlassen worden waren, bildete mit philologischer Deutung und Erläuterung zunächst den wissenschaftlichen Betrieb der Botanik bei den Arabern und den Scholastikern. Daher ist nicht zu verwundern, dass auch von diesen weder eine Erweiterung der positiven Kenntnisse, noch ein Versuch zur Ordnung derselben gebracht wurde. Erst als man mit dem überkommenen Material zu brechen verstand, wuchs mit dem Umfang des Wissens auch der Wunsch nach der geistigen Herrschaft über dasselbe.

Von den Alten war eine Dreiteilung des Pflanzenreiches gegeben worden, die Aristoteles gegründet hatte, und welche die Späteren dieser Autorität folgend übernahmen: in Bäume, Sträucher und Kräuter. Mehr instruktiv gefühlt als mit Bewusstsein aufgefasst, tritt uns der Anfang des natürlichen Systems in der gruppenweisen Zusammenfassung der Pflanzen nach der äusseren Tracht bei den Vätern der Botanik entgegen. In ihren fortlaufenden Aufzählungen haben sie von Bock bis Caspar Bauhin gar nicht zu verkennende Anreihungen nach der natürlichen Verwandtschaft gebildet, die wir heute als *Pilze, Moose, Farne, Coniferen, Umbelliferen, Compositen,*

Labiaten, Papilionaceen u. s. w. bezeichnen. Diese natürlichen Gruppen, die wir heute grossenteils als Familien kennen, wurden von ihnen keineswegs durch Merkmale charakterisiert: eine Vornahme, die in der That mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden gewesen sein muss, da noch Linné, der bereits Familien hintereinander aufzählte, mit Absicht vermied, diese durch Definitionen abzugrenzen.

Indem die Väter der Botanik die Pflanzen nach der Natur mit der grössten Genauigkeit beschrieben und abbildeten, entwickelte sich ein Gefühl für die natürliche Verwandtschaft, welches zweifelsohne zu der späteren Aufstellung der natürlichen Gruppen hinleitete. Zum erstenmal begegnen wir bewusst dem Streben „die Pflanzen nach der Verwandtschaft in Familien zu ordnen, wie man die Tiere geordnet hat," bei Magnol, der in seinem Prodromus historiae generalis plantarum (Montpellier 1689) 76 Familien aufstellte. Sie sollten zwar „nach dem Gesamteindrucke" gebildet worden sein, in Wirklichkeit aber wählte er doch vorzüglich Merkmale der Blüte und der Frucht zur Charakterisierung.

Michel Adanson (1727—1806), der sich auf seinen weiten Reisen einen grossen Schatz an Pflanzenkenntnissen erworben hatte, entwarf (Familles des plantes, Paris 1763) ein natürliches System, in dem er mit einem feinen Gefühl für die Verwandtschaft der Gewächse kein sich ihm bietendes Merkmal zu vernachlässigen strebte; so z. B. war ihm bei den *Papaveraceae* und *Cichoriaceae* das Vorhandensein des Milchsaftes bemerkenswert genug, um diesen Charakter in die Merkmale beider Gruppen mit aufzunehmen.

Von einem ganz anderen Gesichtspunkte aus ging Caesalpin (1519—1603) der erste botanische Systematiker an die Aufstellung eines Pflanzensystems (in De plantis libri XVI, Florenz 1583). Ihn führte nicht die durch die äussere Tracht gegebene Aehnlichkeit zur Gliederung der Gewächse, sondern er versuchte, die Pflanzen, soweit er sie aus der Litteratur und den eigenen Forschungen kannte, nach den wesentlichen und unwesentlicheren Merkmalen in Gruppen und Untergruppen einzuteilen. Für ihn sind die Blüten und Früchte von besonderer Wichtigkeit und deswegen gliederte er die beiden Hauptgruppen Arboreae und Herbaceae (den ersteren hat er „ob affinitatem" die Sträucher zugewiesen) nur nach der Beschaffenheit des Fruchtknotens, der Frucht und des Samens. In seinen 15 Klassen sind nur wenige, welche wirklich natürliche Gruppen umfassen, so die VI., welche die *Umbelliferen*, die X., welche die *Labiaten* und *Borraginaceen*, die XV., welche viele *Kryptogamen*, dabei aber auch die *Korallen*, enthalten. Wie sich aus den Anreihungen der Pflanzen nach ihrer Tracht, die Familien entwickelten und so das natürliche System angebahnt wurde, so liegen die Wurzeln der künstlichen Systeme in Caesalpin. Das wichtigste der letzteren, welches zumal in Deutschland bis tief in unser Jahrhundert hinein die beschreibende Botanik beherrscht hat, ist das Linnésche System (Linné wurde 1707 in Rashult, Smaland, geboren und starb 1778 in Upsala. Sein System wurde zuerst veröffentlicht im Systema naturae 1735).

Es ist ein Sexualsystem, d. h. er wählte als Einteilungsprinzip ausschliesslich die Organe, welche der Fortpflanzung dienen. Wegen der Einseitigkeit des Prinzips, das geflissentlich alle übrigen Verhältnisse vernachlässigt, können weder die Haupt- noch die Nebengruppen in der Gesamtheit natürliche Familien umschliessen; wenn solche in einzelnen derselben gefunden werden, so haben wir in dieser Verbindung keine bewusste Willensthätigkeit LINNÉS zu erkennen, sondern bemerken nur, dass sich die Verwandtschaft der Pflanzen unter anderem auch in den Zahlenverhältnissen der Generationsorgane wiederspiegelt.

LINNÉ berücksichtigte folgende Besonderheiten der Staubgefässe und Stempel: Er schied zunächst alle die Pflanzen, die deutlich sichtbare, wenn auch zuweilen winzig kleine Blüten hatten, von jenen, an denen er sie nicht nachweisen konnte und stellte die letzteren mit dem Namen *Cryptogamia* in die XXIV. Klasse. Die Pflanzen mit offenkundigen, Staubgefässe und Stempel bietenden Blüten teilte er in 23 Klassen je nach der Geschlechtsverteilung, der Verbindung beider Organe untereinander oder für sich, den Längenverhältnissen, sowie nach der Insertion beider und endlich nach der Zahl derselben. Er erhielt durch die Verwendung dieser Merkmale folgende Zusammenstellung:

A. Blüten deutlich sichtbar.
 a) Blüten zwittrig.
 α) Staubgefässe unter sich und vom Stempel frei.
 I. Staubgefässe gleich lang, wenigstens nicht in regelmässig wiederkehrenden Längenunterschieden.
 1. Staubgefässe in beschränkter Zahl (unter 20).

Mit	1	Staubgefässe	I.	Klasse	*Monandria.*
„	2	„	II.	„	*Diandria.*
„	3	„	III.	„	*Triandria.*
„	4	„	IV.	„	*Tetrandria.*
„	5	„	V.	„	*Pentandria.*
„	6	„	VI.	„	*Hexandria.*
„	7	„	VII.	„	*Heptandria.*
„	8	„	VIII.	„	*Octandria.*
„	9	„	IX.	„	*Enneandria.*
„	10	„	X.	„	*Decandria.*
„	11—19	„	XI.	„	*Dodecandria.*

 2. Staubgefässe in grosser Zahl (20 und mehr).
 Δ Staubgefässe auf dem Kelch angeheftet XII. Klasse *Icosandria.*
 ΔΔ Staubgefässe unter dem Fruchtknoten befestigt XIII. Klasse *Polyandria.*
 II. Staubgefässe in beschränkter Zahl ungleich lang.
 1. Staubgefässe 4, von denen 2 länger sind XIV. Klasse *Didynamia.*
 2. Staubgefässe 6, von denen 4 länger sind XV. Klasse *Tetradynamia.*

β) Staubgefässe unter sich, aber nicht mit dem Stempel verwachsen.

I. Die Staubgefässe sind mit den Fäden zu Bündeln vereinigt.

1. Sie bilden 1 Bündel XVI. Klasse *Monadelphia.*
2. Sie bilden 2 Bündel XVII. Klasse *Diadelphia.*
3. Sie bilden 3 oder mehr Bündel XVIII. Klasse *Polyadelphia.*

II. Die Beutel sind untereinander verbunden, die Fäden frei XIX. Klasse *Syngenesia.*

γ) Staubgefässe und Stempel sind untereinander verwachsen XX. Klasse *Gynandria.*

b) Blüten getrenntgeschlechtig.

α) Männliche und weibliche Blüten auf demselben Stocke XXI. Klasse *Monoecia.*

β) Männliche und weibliche Blüten auf verschiedenen Stöcken XXII. Klasse *Dioecia.*

γ) Neben getrenntgeschlechtigen kommen auch Zwitterblüten vor XXIII. Klasse *Polygamia.*

B. Pflanzen ohne offenkundige Blüten XXIV. Klasse *Cryptogamia.*

Die auf solche Weise gewonnenen Klassen zerlegte er wieder in Ordnungen, wobei er für die ersten 13 Klassen die Zahl der Stempel benutzte; er belegte dieselben mit Namen *Mono-*, *Di-*, *Tri-*... *Polygynia.* Die XIV. Klasse teilte er in 2 Ordnungen: *Gymnospermia* und *Angiospermia,* indem er in jene die Pflanzen stellte, welche einen tief vierteiligen Fruchtknoten (*Labiaten*) besitzen. Einer damals allgemein angenommenen Meinung folgend, hielt er nämlich diese 4 Clausen für nackte Samenanlagen bez. Samen. Die 2. Ordnung war denjenigen didynamischen Gewächsen vorbehalten, welche einen nicht vierfach geteilten Fruchtknoten aufwiesen (*Scrophulariaceen, Bignoniaceen* u. s. w.).

Die XV. Klasse zerlegte er ebenfalls in 2 Ordnungen, je nachdem die dahin gehörigen Gewächse (die *Cruciferen*) Früchte besitzen, welche höchstens zweimal so lang als breit — *Siliculosae* oder länger sind — *Siliquosae.*

Die Ordnungen der folgenden XVI.—XVIII. Klasse werden nach der Zahl der Staubgefässe gebildet, bei ihnen kehren also die Namen *Penta-*, *Hexa-*...., *Polyandria* wieder.

Die XIX. Klasse hatte ursprünglich 6 Ordnungen, indem er den später beibehaltenen 5, die sämtlich sogenannte zusammengesetzte Blüten, d. h. kopfige Blütenstände besassen (*Compositen*) noch eine andere hinzugefügt hatte, die durch Einzelblüten gekennzeichnet war. Zu ihr, *Monogamia* genannt, gehörten unter anderen die Gattungen *Viola, Lobelia, Impatiens;* die anderen trugen den gemeinschaftlichen Namen *Polygamia.* Er unterschied sie folgendermassen:

I. Ordnung *Polygamia aequalis*: sämtliche Blüten sind gleich, zwittrig (*Tubulifloren* und *Liguliforen*).

II. Ordnung *Polygamia superflua:* die Scheibenblüten sind zwittrig, die Strahlblüten nur weiblich, die letzteren sind zur Fruchtbildung überflüssig (*Discifloren*).

III. Ordnung *Polygamia frustranea:* die Scheibenblüten sind zwittrig, die Strahlblüten sind geschlechtslos (*Centaurea*).

IV. Ordnung *Polygamia necessaria*: die Scheibenblüten sind zwar zwittrig, die kopfförmige Narbe ist aber nicht empfängnisfähig, und jene bringen also keine Früchte hervor; deswegen sind die weiblichen Strahlblüten notwendig (*Calendula*).

V. Ordnung *Polygamia segregata:* während bei den vorigen die Blüten wenigstens allermeist von einem gemeinschaftlichen Hüllkelch umschlossen werden, besitzt hier jede Blüte noch eine äussere Hülle (*Echinops*).

Bei den folgenden 3 Klassen mit getrennt geschlechtigen Blüten wurden wieder die Zahl, bezw. andere Merkmale, die zur Sonderung der vorhergehenden Klassen benutzt wurden, zur Bildung der Ordnungen herbeigezogen und danach die letzteren benannt.

Die XXIV. Klasse zerfiel bei Linné in die *Farnkräuter, Moose, Algen* und *Pilze.*

Die Bedeutung seines Sexualsystems erkannte Linné darin, dass er die seiner Meinung nach wichtigsten Organe zur Gruppenbildung benutzt hatte. Dadurch aber, dass er die Zahl, Verbindung, Grössenverhältnisse etc. dieser Organe als Einteilungsgründe wählte, wird die Bedeutung derselben hinfällig, denn das System bliebe als solches bestehen, wenn auch den Staubblättern und Stempeln ganz andere Funktionen zukämen als die Erzeugung der durch geschlechtliche Vermischung entstehenden Fortpflanzungskörper.

Die Mängel des Linnéschen Systems traten, ganz abgesehen von seiner Natur als eines künstlichen, sehr bald hervor. Namentlich diente die Veränderlichkeit in der Zahl der Generationsorgane als der Punkt, auf welchen sich die Angriffe seiner Gegner richteten. Auch von den Freunden des Systems wurden durch die Aufhebung der XXIII. Klasse oder durch Vernachlässigung anderer Klassen mehrfache Veränderungen vorgenommen.

In den natürlichen Systemen fehlte es an der Zusammenfassung der Familien zu höheren Einheiten, noch von Adanson waren jene hintereinander aufgezählt worden. Diese weitere Gliederung versuchte zuerst Bernhard de Jussieu, welcher Leiter eines botanischen Gartens zu Trianon war und zuerst 1758 dort die Pflanzen nach seinen Grundsätzen anzuordnen versuchte. Er war fortwährend mit dem Ausbau dieses Systems beschäftigt und teilte dasselbe auch seinen Zuhörern mit, ohne dass er aber eine Veröffentlichung durch den Druck unternahm. Die Publikation war vielmehr seinem Neffen Antoine Laurent de Jussieu vorbehalten, welche in den Genera plantarum (Paris 1789) geschah und welche als Ausgangspunkt für alle späteren Versuche, das natürliche System zu entwerfen, gedient hat.

Den beiden Jussieus galt als das wichtigste Organ der Pflanze,

auf dessen Heranbildung die ganze Lebensthätigkeit derselben hinzielt, der Same, und nach seinen Teilen glaubten sie, müsse die Hauptgliederung des Systems geschehen. Deshalb zerlegten sie die Gesamtmasse der Pflanzen in 3 Gruppen: *Acotylédones, Monocotylédones* und *Dicotylédones.* Diese Gliederung ist ihnen nicht eigentümlich, denn schon Ray (Joh. Rajus 1628—1705) hatte in seiner Historia plantarum (London 1686—1703, 3 Bde.) auf die Bedeutung der Keimblätter für die Systematik hingewiesen, dieselbe als Einteilungsgrund benutzt und in seinem Systeme verwertet, indem er von den beiden Hauptgruppen der *Herbae* und *Arbores* die letzteren unmittelbar, die ersteren aber erst nach einer Gliederung in *Imperfectae* (unsere *Kryptogamen*) und *Perfectae,* in *Mono-* und *Dicotyledones* zerlegte.

Die weitere Einteilung Jussieus beruht fast ausschliesslich auf den Insertionsverhältnissen der Blüten, indem er die bekannten drei Verschiedenheiten verwendete, die zuerst Jungius (1587—1657) in seiner Isagoge phytoscopica (nach seinem Tode von Vegetius 1678 herausgegeben) voneinander scharf gesondert hatte. Er erhielt auf diesem Wege für die Abteilung der Monocotylédones die 3 Klassen der *Monohypogynes, Monopérigynes* und *Monoépigynes.* Die *Dicotylédones* zerfielen nach ihm zuvörderst in 4 Hauptgruppen: die *Apétales, Monopétales, Polypétales* und *Diclines,* je nachdem einerseits die Blüten zwittrig oder eingeschlechtig waren (*Diclines*) und die ersten keine, verbundene oder freie Blumenblätter besassen. Durch die Wiederholung des Einteilungsprinzips nach den Insertionsverhältnissen und die Zerspaltung der *epigynen Monopetalen* in *Synanthères* (Blüten mit verbundenen Staubbeuteln) und *Chorisanthères* (Blüten mit freien Staubbeuteln) ergaben sich folgende Klassen:

A. ***Acotylédones.***	I. Klasse
B. ***Monocotylédones.***	
a) *Monohypogynes*	II. „
b) *Monopérigynes*	III. „
c) *Monoépigynes*	IV. „
C. ***Dicotylédones.***	
a) Apétales.	
α) *Epistaminées*	V. „
β) *Péristaminées*	VI. „
γ) *Hypostaminées*	VII. „
b) Monopétales.	
α) *Hypocorollées*	VIII. „
β) *Péricorollées*	IX. „
γ) *Epicorollées.*	
I. *Synanthères*	X. „
II. *Chorisanthères*	XI. „
c) Polypétales.	
α) *Epipétalées*	XII. „
β) *Hypopétalées*	XIII. „
γ) *Péripétalées*	XIV. „
d) *Diclines*	XV. „

Von massgebendem Einflusse auf die weitere Entwickelung des natürlichen Systems wurde im Anfange dieses Jahrhunderts die geförderte Kenntnis des anatomischen Aufbaues der Pflanzen, welche von nun an mit Vorliebe bei der Einteilung der Hauptgruppen benutzt wird. Das erste System, welches dieselbe in Rechnung zieht, ist das von Pyramus Augustin de Candolle (1778—1841); es erschien zuerst 1813 (in Théorie élémentaire de la botanique ou exposition des principes de la classification naturelle et l'art d'écrire et d'étudier les végétaux).

Er teilte die Gewächse in 2 Hauptgruppen ein: in *Plantae vasculares,* die aus Zellen und Gefässen und *Plantae cellulares*, die nur aus Zellen aufgebaut sind. Jene zerfallen in *Exogenae* und *Endogenae;* die ersteren sind dadurch ausgezeichnet, dass sich ihr Dickenwachstum in einer peripherisch gelegenen Zone vollzieht (dem Cambium); diese dadurch, dass sie durch Einschaltungen neuer Gewebe im Innern des Stammes wachsen sollen. Die *Exogenen* werden wieder zerlegt in *Diplochlamydeae*, d. h. Pflanzen, deren Blüten eine doppelte Blütenhülle besitzen und *Monochlamydeae* mit einfacher Blütenhülle. Während die letzteren 1 Klasse für sich ausmachen, umschliessen die ersteren deren 3, nämlich die *Thalamiflorae* oder *hypogyne Polypetalen*, die *Calyciflorae* oder *peri-* und *epigyne Polypetalen* und die *Corolliflorae*, die Jussieuschen *Mono-* und jetzigen *Sympetalen* umfassend.

Die *Endogenae* teilte de Candolle in *phanerogame* und *kryptogame Endogenen* und die *Cellulares* in beblätterte und unbeblätterte, so dass er also folgende Klassen erhielt:

A. ***Plantae vasculares.***
- a) Exogenae.
 - α) *Diplochlamydeae.*
 - I. *Thalamiflorae* — I. Klasse
 - II. *Calyciflorae* — II. „
 - III. *Corolliflorae* — III. „
 - β) *Monochlamydeae* — IV. „
- b) Endogenae.
 - α) *Phanerogamae* (die Monokotyledonen enthaltend) — V. „
 - β) *Cryptogamae* (die Gefässkryptogamen umfassend) — VI. „

B. ***Plantae cellulares.***
- a) *Foliaceae* (die Moose enthaltend) — VII. „
- b) *Aphyllae* (die Algen, Flechten, Pilze umfassend) — VIII. „

De Candolle ging im Gegensatze zu Jussieu von den vollkommeneren zu den unvollkommeneren Gewächsen über. Gegenwärtig erkennen wir in dieser Anordnung einen Rückschritt, weil durch sie die Entfaltung des Pflanzensystems seinen wahren Ausdruck nicht erhält. Andere Mängel liegen in den unrichtigen Vorstellungen über die Wachstumszunahmen der Gewächse; die Ansicht, dass die *Endogenae* im Innern des Stammes wüchsen, ist nicht bloss irrtümlich,

sondern ein solcher Prozess ist unmöglich; überdies ist eine Scheidung der vascularen Pflanzen nach dem Dickenwachstum deshalb unzuträglich, weil die Weise, die den *Monokotyledonen* zukommt, zuweilen auch bei krautigen *Dikotyledonen* angetroffen wird. Schwerer noch fast fällt die ganz unnatürliche Zerreissung der bereits von CAESALPIN umschriebenen Gruppe der *Kryptogamen* zur Last, von denen er einen Teil der I., den anderen der II. Hauptabteilung seines Systems zuweist.

Die grossen Verdienste, welche PYRAMUS DE CANDOLLE zukommen, liegen in einer durch seine überaus umfangreiche Pflanzenkenntnis ermöglichten besseren Umgrenzung der Familien und der zuerst von ihm vertretenen Meinung, dass das natürliche System nicht eine lineare Aufeinanderfolge der Gruppen darstellen, sondern als ein vielstrahliges Ganzes betrachtet werden solle.

Auf morphologischen und anatomischen Besonderheiten beruht auch das von ENDLICHER (1805—1849) in den Jahren 1836—1840 (in den Genera plantarum) veröffentlichte System. Er gliederte die Gewächse in *Thallophyta* (*Algen*, *Flechten*, *Pilze*), bei denen eine Sonderung von Achsen- und Blattorganen nicht gemacht werden kann, und *Cormophyta*, bei denen diese Scheidung vollzogen ist. Die letzteren zerfallen nach ihm in *Acrobrya* (*Moose, Gefässkryptogamen* und *Cycadaceen*), *Amphibrya* (*Monokotyledonen*) und *Acramphibrya* (*Dikotyledonen* und *Coniferen*). Auch der Scheidung dieser 3 Gruppen lag eine irrtümliche Beurteilung der Wachstumsverhältnisse zu Grunde, indem die *Acrobrya* nur an der Spitze, die *Amphibrya* nur im Umfange, die *Acramphibrya* sowohl an der Spitze, als im Umfange an Wachstum zunehmen sollten.

Das BRONGNIARTsche System war deswegen von der grössten Bedeutung, weil es zuerst die scharfe Abscheidung der *Kryptogamen* von den *Phanerogamen* in das natürliche System einführte. In einem ersten Entwurf stellte er ferner (Histoire des végétaux fossiles, Paris) die *Gymnospermen* zwischen diese beiden Hauptgruppen, einen Platz, den gewissermassen vorahnend, ohne bestimmte Gründe, schon LINDLEY als den besten angedeutet hatte. In seiner letzten Aufzählung der Pflanzen des Jardin des plantes (Paris 1843) hat er ihnen aber eine andere Stellung zugewiesen. Er zerlegte nämlich die *Phanerogamen* in die *Monokotyledonen* und *Dikotyledonen* und bildete in den letzteren zwei Gruppen die *Angiospermen* und *Gymnospermen*. Das System von ADOLPHE BRONGNIART hat folgende Gliederung:

A. ***Cryptogamae.***
- a) *Amphigenae* (Thallophyten) — I. Klasse
- b) *Acrogenae* (Moose und Gefässkryptogamen) — II. „

B. ***Phanerogamae.***
- a) Monocotyledoneae.
 - α) *Albuminosae* (mit Nährgewebe) — III. „
 - β) *Exalbuminosae* (ohne Nährgewebe) — IV. „
- b) Dicotyledoneae.
 - α) *Angiospermae* (mit geschlossenem Fruchtknoten).

I. *Gamopetalae* (mit verbundenen Blumenblättern) V. Klasse
II. *Dialypetalae* (mit gesonderten Blumenblättern) VI. „
β) *Gymnospermae* (mit offenen Fruchtblättern) VII. „

Der Fortschritt, welcher in dem Systeme von Brongniart, namentlich seiner ersten Fassung nach, zu Tage tritt, ist eine Folge der erweiterten Kenntnisse über die Befruchtungsvorgänge der *Kryptogamen* und der vermehrten Kenntnisse über die morphologischen Besonderheiten der *Coniferen* und *Cycadaceen*. Die richtige Einsicht über die Stellung der letzteren wurde ihm hauptsächlich zugeführt durch seine Beschäftigung mit den fossilen Pflanzen. Indem die *Gymnospermen* vor den *Angiospermen* in den Schichtenfolgen der Erde erscheinen, meinte er, müssten auch im System die ersteren vor den *Angiospermen* ihren Platz erhalten. Wenn er sie später von den *Dikotyledonen* nicht trennen zu dürfen glaubte, so ist dieser Rückschritt durch die noch mangelnde Kenntnis der Befruchtungsvorgänge erklärt und zu entschuldigen.

Die Zusammenfassung der *Cycadaceen* mit den *Coniferen* ist übrigens Ad. Brongniart nicht zu danken, schon A. Richard hat beide unter dem Namen *Synorhizae* verbunden und Lindley hat von einer Linnéschen irrtümlichen Bezeichnung her die gegenwärtig gebrauchte genommen. Im grossen und ganzen steht von nun das natürliche System bis in die Gegenwart hinein auf den Schultern der von Ad. Brongniart gegebenen Anreihung, wenn auch in den Umfängen und der inneren Gliederung der Hauptgruppen sehr wichtige Verschiebungen stattgefunden haben.

Noch ist einer letzten Vervollkommnung Erwähnung zu thun, die Batsch (Synopsis universalis, Jena 1794) eingeleitet hat, wenn er ihr auch nicht diejenige Bedeutung verschaffte, die sie sich nachher erworben. Gewöhnlich wird die Einführung der Ordnungen, d. h. der Zwischengruppen, welche zwischen Klassen und Familien eingeschaltet sind, Bartling zugeschrieben; sie sind aber schon vor ihm ausser von dem genannten Batsch auch von Agardh und besonders von Lindley aufgestellt worden, während Bartling allerdings das Verdienst bleibt, sie gut charakterisiert und in Deutschland allgemein eingeführt zu haben.

Der gegenwärtig erlangte weitere Ausbau des Systems ist hauptsächlich zweien Richtungen in der Erforschung der vegetabilischen Lebensvorgänge zu danken: den Untersuchungen über die Fortpflanzungsverhältnisse der niederen Kryptogamen und über die Befruchtungsverhältnisse der Gymnospermen, nebst ihren Beziehungen zu denen der höheren Kryptogamen. Für die Kenntnisse der letzteren waren die Untersuchungen Hofmeisters nicht bloss bahnbrechend, sondern förderten sie so weit, dass nur noch in den feineren Einzelheiten Erweiterungen gegeben werden konnten, die für das System keinen Belang hatten. Die Männer nur in einiger Vollständigkeit zu nennen, welche durch ihre Untersuchungen die An-

regung zur Gliederung der Kryptogamen gewährten, ist kaum möglich; nur an AL. BRAUN, NÄGELI, PRINGSHEIM, COHN, THURET, DE BARY soll hier erinnert werden; neuerdings hat sich namentlich auch BREFELD ganz hervorragende Verdienste um die Systematik der Pilze erworben.

Die Aufnahme der anatomischen Merkmale in den Charakter der Pflanzenfamilien ist in der Gegenwart hauptsächlich von RADLKOFER gefordert worden; neben ihm haben VESQUE, VAN TIEGHEM, ENGLER u. a. in der gleichen Richtung förderlich gearbeitet.

Eine ganz wesentliche Veränderung über die Auffassung des systematischen Zusammenhangs wurde durch diejenige Theorie gebracht, welche wir gegenwärtig gemeiniglich die *darwinistische* nennen. Bisher war der Begriff der Verwandtschaft nur ein rein formaler, man erkannte sie darin, dass gewissen Formen eine mehr oder minder umfangreiche Uebereinstimmung in ihren Charakteren zukam. Der Gedanke einer Blutsverwandtschaft, die Vorstellung einer Abstammung voneinander war bei dem von den Epigonen LINNÉS zum Dogma erhobenen Grundsatze von der Konstanz der Arten unmöglich. Der schon von LAMARCK ausgesprochene, von ST. HILAIRE lebhaft verteidigte und in Deutschland von GOETHE gebilligte Gedanke der Descendenztheorie, d. h. die Lehre, dass die Arten auseinander hervorgegangen seien, war durch CUVIER und seine Anhänger, welche die Konstanz der Arten vertraten, siegreich bekämpft worden, und erst die Untersuchungen DARWINS haben sie wieder zu neuem Leben erweckt (die wichtigste Schrift ist Entstehung der Arten, London 1859).

Durch seinen Einfluss wurde dem System der organischen Wesen, welches bis dahin nur ein mehr oder weniger taugliches Schema war, um die unendliche Mannigfaltigkeit der organischen Formen mit dem Verstande beherrschen zu können, ein neuer und viel reicherer Inhalt gegeben, indem es den Aufbau der organischen Welt von den niedrigsten Formen bis zu den höchst entwickelten Gestalten vorzuführen unternimmt. Heute ist also das natürliche Pflanzensystem der Versuch, die Phylogenie, die Stammesentfaltung der Gewächse zum wörtlichen Ausdrucke zu bringen. Das erste System, welches diese Richtung bewusst bis in die letzte Ausstrahlung der pflanzlichen Formen verfolgt hat, ist das von ENGLER entworfene, an das wir uns im folgenden bei der Besprechung der Familien, von einigen unwesentlichen Aenderungen abgesehen, gehalten haben.

Die Einteilung der gesamten Pflanzen in zwei grosse Hauptabteilungen, in Kryptogamen und Phanerogamen, ist aufgegeben; an ihrer Stelle finden wir 4 gleichwertige Gruppen:

I. ***Myxothallophyta;*** sie sind dadurch gekennzeichnet, dass ihre Körper während einer bestimmten Zeit ihres vegetativen Lebens eine bewegliche Protoplasmamasse darstellen.

II. ***Euthallophyta;*** sie sind während ihrer vegetativen Entwickelung von umwandeten Zellen aufgebaut, nur in der generativen Sphäre kommen hautlose Zellen vor. Eine deutliche Sonderung in Achse und Blatt ist meist nicht erkennbar. Eine geschlechtliche Befruchtung durch die Vereinigung von Geschlechtszellen fehlt, oder

wenn sie vorhanden ist, so ist das Produkt eine ausserhalb des Mutterkörpers sich weiter entwickelnde Spore oder in der Nachbarschaft der weiblichen Zelle wird durch Sprossung ein Körper gebildet, in dem sich Sporen entwickeln.

III. **Embryophyta zoidiogama** (*Archegoniatae*). An dem aus Zellen, teilweise auch aus Gefässen aufgebauten Körper kann in der Regel die Scheidung in Achse und Blatt leicht getroffen werden. Die geschlechtliche Befruchtung kommt allen zu. Durch die Vereinigung der männlichen, beweglichen Geschlechtszellen (*Spermatozoa*) mit der vom Archegonium umschlossenen weiblichen Zelle entsteht durch Teilung der letzteren entweder ein Sporengehäuse (*Bryophyta, Moose*) oder eine junge Pflanze (*Pteridophyta* oder *Farne* im weitesten Sinne).

IV. **Embryophyta siphonogama** (*Phanerogamae*, *Siphonogamae*). An dem aus Zellen und allermeist auch aus Gefässen aufgebauten Pflanzenkörper sind Achse und Blatt leicht zu sondern. Die geschlechtliche Befruchtung kommt allen zu. Die männlichen Geschlechtszellen (*Pollenkörner*) treiben, wenn sie auf die Samenanlage (*Gymnospermae*) oder die Narbe gelangen (*Angiospermae*), einen Schlauch, der bis zur weiblichen Zelle vordringt und diese wahrscheinlich allgemein durch den Uebertritt eines Kerns befruchtet. Die weibliche Zelle befindet sich in einer freiliegenden Samenanlage (*Gymnospermae*) oder die letztere wird von Fruchtblättern umschlossen (*Angiospermae*). Das Produkt der Befruchtung ist ein Keimling, d. h. eine junge Pflanze, an der bereits ein Stämmchen und Blätter unterschieden werden können.

Das Englersche System gliedert sich folgendermassen bis zu den Unterabteilungen:

I. Abteilung **Myxothallophyta.**
 Unterabteilung *Myxomycetes.*

II. Abteilung **Euthallophyta.**
 1. Unterabteilung *Schizophyta*, Fortpflanzung stets ungeschlechtlich.
 2. Unterabteilung *Bacillariales*, Algen mit braunem Farbstoffe, Fortpflanzung durch Teilung und Auxosporenbildung, zuweilen mit Conjugation.
 3. Unterabteilung *Gamophyceae.* Ein- oder mehrzellige Algen mit grünen oder anders gefärbten Chromatophoren. Fortpflanzung geschlechtlich oder ungeschlechtlich.
 4. Unterabteilung *Fungi.* Chlorophyllose Parasiten oder Saprophyten. Fortpflanzung selten geschlechtlich oder durch schwärmende Sporen, meist durch abgeschnürte Sporen.

III. Abteilung **Embryophyta zoidiogama.**
 1. Unterabteilung *Bryophyta* (Laub- und Lebermoose).
 2. Unterabteilung *Pteridophyta* (Farne, Schachtelhalme, Sphenophyllen, Lycopodien).

IV. Abteilung ***Embryophyta siphonogama.***
1. Unterabteilung *Gymnospermae.*
2. Unterabteilung *Angiospermae* (*Monocotyledoneae* und *Dicotyledoneae* mit *Archichlamydeae* (*Choripetalae* und *Apetalae*) und *Sympetalae.*

Neben diesem Systeme hat in Deutschland und auch teilweise im Auslande das von Eichler entworfene noch einige Verbreitung. Es gliedert sich folgendermassen:

A. ***Cryptogamae.***
I. Abteilung *Thallophyta.*
I. Klasse *Algae.*
II. Klasse *Fungi* (incl. Lichenes).
II. Abteilung *Bryophyta.*
III. Abteilung *Pteridophyta.*

B. ***Phanerogamae.***
I. Abteilung *Gymnospermae.*
II. Abteilung *Angiospermae.*
I. Klasse *Monocotyleae.*
II. Klasse *Dicotyleae.*
I. Unterklasse *Choripetalae.*
II. Unterklasse *Sympetalae.*

Die Unterabteilungen des natürlichen Systemes zerfallen in Klassen (*classis*), diese in Unterklassen (*subclassis*), diese in Reihen (*ordo*), diese in Familien (*familia*), welche wieder in Triben (*tribus*) zerlegt werden. Die Triben setzen sich zusammen aus den Gattungen (*genus*), welche in Sektionen (*sectio*) unter Umständen mit Subsektionen (*subsectio*) zergliedert werden. Die Gattungen umschliessen die Arten (*species*), welche wiederum in Varietäten (*varietas*) mit Rassen (*subvarietas*) oder Formen (*forma*) geteilt werden können.

Was die Benennungen der Arten und Gattungen anbetrifft, so strebt man gegenwärtig eine einheitliche Nomenklatur an. Der erste Schritt zu der Bildung einer internationalen Nomenklatur wurde von Alphons de Candolle gethan (Lois de la nomenclature, gebilligt durch den Kongress der Botaniker zu Paris 1868). Im allgemeinen hat man als Norm die Einhaltung der Priorität angenommen. Als Ausgangspunkt für die Priorität gilt das Jahr 1753 bezüglich der Arten (Erscheinen von Linnés Species plantarum ed. I), bezüglich der Gattungen das Jahr 1752 (Genera plantarum ed. IV). Der Name des Autors, der die Pflanze zuerst beschrieben hat, wird hinzugefügt, also z. B. *Bellis perennis* Linné oder abgekürzt Linn. oder L. Ist die Art in eine andere Gattung versetzt worden, so schreibt man den Namen des Autors, der dieselbe zuerst beschrieben hat, in Klammern und fügt den des Autors, der die Versetzung vorgenommen hat, dahinter an, z. B. *Spergularia segetalis* (Linn.) Fenzl, weil Linné die Pflanze zuerst als *Alsine segetalis* beschrieben und sie Fenzl in die Gattung *Spergularia* verwiesen hat.

Ueber das Jahr 1753 will man deshalb nicht zurückgehen, weil mit ihm erst die binomiale Bezeichnung, d. h. die Benennung jeder

Pflanze mit einem Gattungs- und einem einfachen Artnamen begonnen hat.

Streng genommen hat die Anfügung des Autors bezw. der Autoren nur den Zweck, einem Irrtume vorzubeugen, der unter Umständen durch die gleiche Benennung verschiedener Pflanzen mit demselben Namen entstehen kann. Wenn einmal, wie dies durch den gegenwärtig erscheinenden Index Kewensis, d. h. jenen Nomenclator bezweckt wird, der als ein Vermächtnis von Darwin durch D. Jackson in Kew veröffentlicht wird, sämtliche Arten revidiert und etwaige Doppelbezeichnungen ausgemerzt sind, wenn also ein Nomenclator criticus vorliegen wird, dann wird man einmal den sehr unbequemen Ballast der Autorennamen ganz weglassen können, weil ja nach Anerkennung jenes Werkes jede Benennung nur einsinnig ist. Für uns, die wir uns mit kritischen Arten nicht abzugeben haben, sondern nur Arten nennen werden, die längst allgemein anerkannt sind, wären die Autoren nur ein störendes Beiwerk, sie sind deshalb im folgenden weggelassen worden.

I. Abteilung. Myxothallophyta.

(Charakter wie der einzigen Unterabteilung.)

I. Unterabteilung. Myxomycetes. Schleimpilze.

(Mycetozoa.)

Die Myxomyceten bilden im vegetativen Zustand meist membranlose Plasmodien, d. h. Plasmamassen von sehr verschiedener Färbung, welche auf faulem Holz, Lohe oder in Zersetzung begriffenen vegetabilischen Substanzen umherkriechen. Die Bewegung erfolgt in der Weise, dass Plasmafortsätze (Pseudopodien) ausgesendet werden, welchen dann allmählich das ganze Plasmodium nachfolgt. Die zu verdauenden Gegenstände werden umflossen und an beliebiger Stelle verdaut; die nicht aufnehmbaren Reste werden wieder ausgeschieden. Hauptsächlich sind jedoch die Myxomyceten auf die Aufnahme gelöster Nährstoffe angewiesen. Nie enthalten sie Chlorophyll. Fortpflanzung stets ungeschlechtlich und zwar durch Sporen, welche frei oder in geschlossenen Behältern entstehen. Bei der Keimung der Sporen tritt das Plasma amöboid oder als mit Geissel versehene Schwärmer aus, welche sich dann meist wieder zu einem Plasmodium vereinigen. Die einzelnen Amöben wie die Plasmodien können bei ungünstigen Ernährungsverhältnissen oder bei ungenügender Feuchtigkeit Dauerzustände bilden, welche längere Zeit in dieser Form verharren können und erst bei günstigeren Bedingungen wieder zur Entwickelung gelangen. — Die Myxomyceten nehmen eine Zwischenstellung zwischen dem Tier- und Pflanzenreich ein und wurden besonders wegen der selbständigen Bewegung ihrer Plasmodien schon häufig zu den Tieren gerechnet. Doch besteht jetzt wohl kaum noch ein Zweifel, dass sie mehr Anklänge zum Pflanzenreich zeigen, da ja auch hier Bewegungserscheinungen (Schwärmer der Algen, amöboide Zustände einiger Pilze) genug bekannt sind.

1. Klasse. Acrasieae.

Saprophytische Myxomyceten, deren Plasma bei der Keimung amöboid austritt (ohne einen Schwärmzustand durchzumachen). Diese Amöben bilden zwar ein Plasmodium, verschmelzen aber nicht miteinander. Aus jeder Amöbe bildet sich eine Spore. Die Sporen liegen in ballenartigen Haufen ohne Hülle.

1. Familie. Guttulinaceae.

Fruchtkörper ungestielt oder mit nur sehr unbedeutendem Stiel. Amöboide Körper ohne Pseudopodien. — *Copromyxa protea*, auf altem Mist, in Europa. — *Guttulina Cienkowskii* in Mitteleuropa.

2. Familie. Dictyosteliaceae.

Fruchtkörper auf einfachen oder verzweigten Stielen. Die amöboiden Körper mit zahlreichen spitzen Pseudopodien. — *Dictyostelium mucoroides*, die Fruchtkörper sehr an die des *Mucor* erinnernd, auf Mist, faulenden Stoffen und geronnener Milch. — *Polysphondylium violaceum* (Fig. 1, S. 18) auf Mist in Südeuropa.

2. Klasse. Plasmodiophorales.

Parasiten in lebenden Pflanzenzellen, deren Plasmodien in freie Sporen zerfallen. Die Sporen erfüllen die Nährzellen in Ballen.

3. Familie. Plasmodiophoraceae.

Charakter wie der der Klasse.

Plasmodiophora Brassicae bringt an den Wurzeln der *Brassica*-(Kohl)-Arten (aber auch bei anderen Arten der Cruciferae) den Kohlkropf oder die Kohlhernie hervor, d. h. Anschwellungen von Erbsen- bis Kartoffelgrösse, welche oft Wurzelfäulnis hervorrufen und dadurch grossen Schaden bringen können.

3. Klasse. Myxogasteres.

Saprophyten. Aus den Sporen gehen amöboide Schwärmer hervor (Myxomonaden), welche mit einer Geissel versehen sind, sich durch fortgesetzte Teilung vermehren und zu echten Plasmodien zusammentreten, nachdem vorher die Geissel eingezogen wurde und aus den Schwärmern sich kriechende Amöben (Myxamöben) gebildet haben. Die Plasmodien zeigen eine langsame Bewegung mittels der Pseudopodien und eine deutliche Plasmaströmung. Oft findet man bei ihnen Einlagerungen von kohlensaurem Kalk und Farbstoffen. Aus den Plasmodien entstehen dann sehr verschieden gestaltete Fruchtkörper (Sporangien). Stiel und Hülle (Peridie) derselben

zeigt nie eine zellige Structur, sondern sie werden gebildet durch die Umwandlung eines Teils des Plasmas in eine feste Masse. Häufig finden wir in den Sporangien ein Capillitium, d. h. durch Fäden und dünne Röhren, welche ebenfalls durch Umwandlung des Plasmas

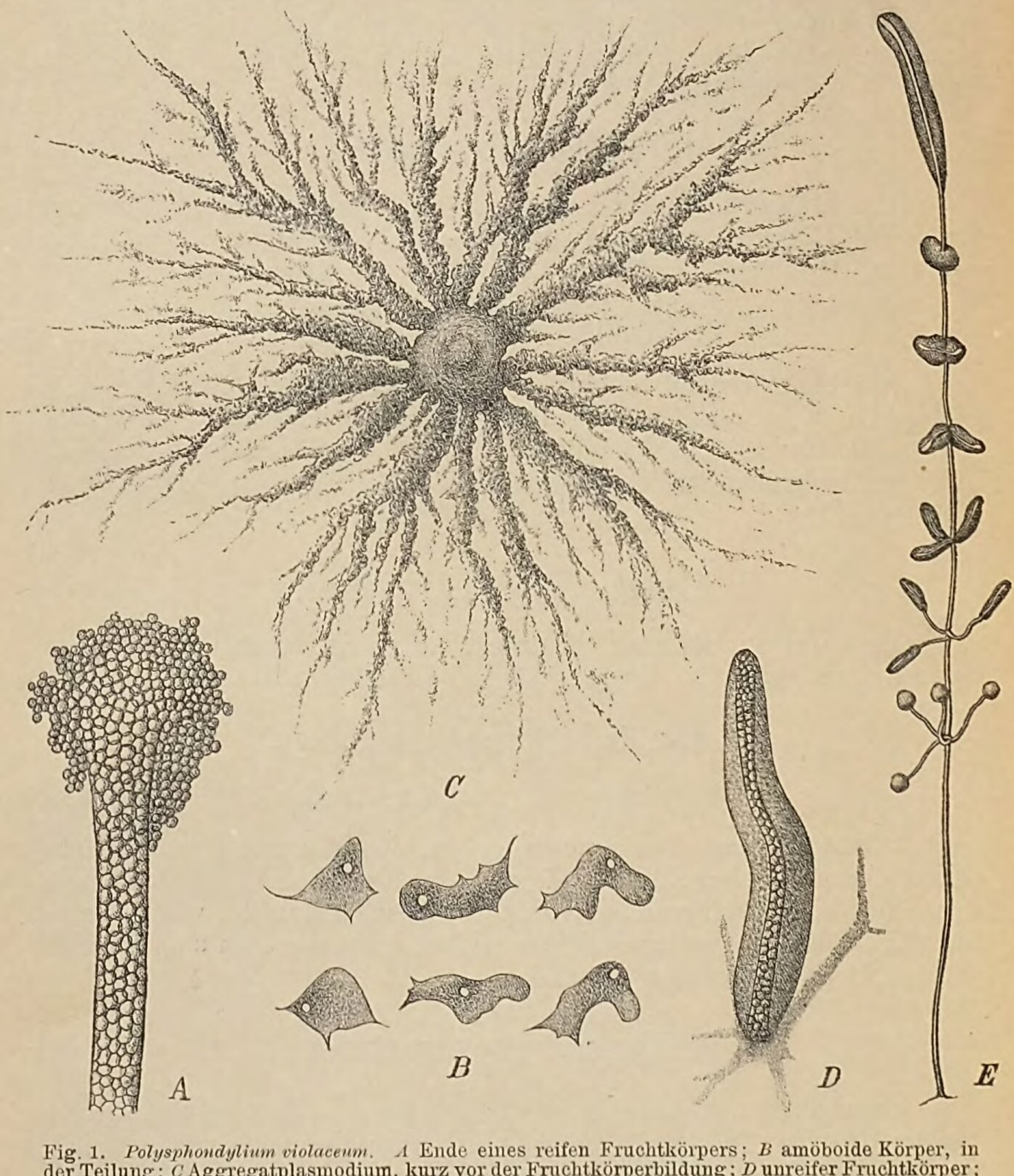


Fig. 1. *Polysphondylium violaceum.* *A* Ende eines reifen Fruchtkörpers; *B* amöboide Körper, in der Teilung; *C* Aggregatplasmodium, kurz vor der Fruchtkörperbildung; *D* unreifer Fruchtkörper; *E* Ende eines halbreifen Fruchtkörpers (unterste Aeste vollkommen ausgebildet, obere noch in fortschreitender Entwicklung begriffen). (Nach BREFELD.)

entstanden sind, wird ein festes Gerüst gebildet, zwischen welchem die Sporen liegen. Durch Vereinigung zahlreicher Plasmodien zu grossen unregelmässigen, klumpenförmigen Massen werden „Aethalien" hervorgebracht, d. h. Anhäufungen von Sporangien, welche bei der Reife zu einer festen Masse vereinigt bleiben. Manchmal

werden nicht regelmässige Fruchtkörper ausgebildet, sondern diese zeigen noch bei der Reife die gewundene oder netzförmige Gestalt der Plasmodien und werden deshalb als Plasmodiocarpien bezeichnet.

1. Reihe. Ectosporeae.

Sporen mittels eines Stielchens den aus einem Teil des Plasmodiums hervorgegangenen Platten des Fruchtkörpers aufsitzend. — ***Ceratiomyxaceae***, z. B. *Ceratiomyxa mucida*, auf alten Baumstümpfen häufig auftretend.

2. Reihe. Endosporeae.

Fruchtkörper dick, abgerundet, von einer Haut umschlossen, innen von Sporen erfüllt.

a) Fruchtkörper ohne Capillitium:
Liceaceae, ***Clathroptychiaceae*** (z. B. *Clathroptychium rugulosum*, auf moderndem Holz weit verbreitet), ***Cribrariaceae***.

b) Fruchtkörper mit Capillitium:

α) Fruchtkörper ohne Kalkablagerungen:

I. Capillitium aus Röhren bestehend: ***Trichiaceae***. Hieher gehört z. B. die auffallende, grosse Fruchtkörper bildende *Lycogala epidendrum*, welche fast über die ganze Erde verbreitet ist.

II. Capillitium aus soliden Strängen, Platten oder Fäden gebildet: ***Reticulariaceae*** (hieher z. B. *Reticularia Lycoperdon*, in Europa und Nordamerika verbreitet), ***Stemonitaceae*** (hieher die bekannte *Stemonitis fusca*, auf altem Holz, fast überall auf der Erde gefunden), ***Brefeldiaceae***.

β) Fruchtkörper mit Kalkablagerungen.

I. Im Capillitium keine amorphen Kalkausscheidungen: ***Spumariaceae***. (Hieher *Spumaria alba*, deren unreife Aethalien eine Art des sogenannten „Kuckucksspeichels" der Wälder bilden, in Europa und Nordamerika), ***Didymiaceae***.

II. Im Capillitium amorphe Kalkausscheidungen: ***Physaraceae***.

Zu dieser grossen Familie gehören sehr zahlreiche, weitverbreitete Arten, z. B. *Badhamia hyalina*, welche überall auf faulendem Holz auftritt, und vor allem die besonders auf Gerberlohe gemeine *Fuligo septica*, welche nirgends auf der Erde fehlt (Lohblüthe).

II. Abteilung. Euthallophyta.

Fast durchweg Pflanzen, die aus einzelnen bis zahllosen mit Membranen umgebenen Zellen bestehen. Der Vegetationskörper ist meist ein Thallus, d. h. nicht in Stamm und Blatt gegliedert. Häufig ist Generationswechsel. Fortpflanzung ungeschlechtlich oder geschlechtlich. Letztere erfolgt in der Weise, dass entweder direkt einzellige Sporen durch die Befruchtung erzeugt werden, oder dass nach der Befruchtung durch Sprossung des weiblichen Apparates oder der Zellen in der Nähe desselben ein Fruchtkörper mit Sporen entsteht. Die letzteren entwickeln sich dann, von der Mutterpflanze losgelöst, zu neuen selbständigen Pflanzen.

I. Unterabteilung. Schizophyta. *(Spaltpflanzen.)*

Kleine, einzellige, meist winzige, farblose oder sehr verschieden, aber nie rein chlorophyllgrün gefärbte Pflanzen. Sie leben entweder einzeln oder vereinigen sich zu sehr verschieden gestalteten (fadenförmigen, scheibenförmigen, kugeligen, würfeligen) Kolonien, von denen aber jedes Individuum selbständig zu leben und sich zu vermehren befähigt ist. Zellkerne sehr verschieden ausgebildet, oft denen der höheren Pflanzen gleich (geschlossener Zellkern) oder aber wahrscheinlich durch nur einen lockeren oder mehr oder weniger dicht verschlungenen Kernfaden (ohne Kernmembran) mit eingelagerten „Körnchen“ repräsentiert. Chromatophoren, wenn vorhanden, stets von Plasmafibrillen (Fäden) gebildet, die unter der Zellmembran verlaufen und chlorophyllgrüne Körner enthalten. Ausserdem oft noch andere Farbstoffe, welche gleichmässig in gelöster Form im Inhalt oder der Membran verteilt sind. Fortpflanzung stets ungeschlechtlich durch successive Zweiteilung, durch Dauerzellen, indem sich die ganze Zelle zur Spore umbildet (Arthrosporen oder kurzweg Sporen), und durch Endogonidien, d. h.: in einer Zelle bildet sich eine Spore, die kleiner ist als die Mutterzelle und von einer starken Membran umgeben ist (Endosporen).

1. Klasse. Schizophyceae. *(Cyanophyceae, Phycochromaceae, Spaltalgen).*

Besitzen stets Fibrillen (Plasmafäden) von unregelmässiger Gestalt, in denen meist sehr zahlreiche, chlorophyllgrüne Grana (Körn-

chen) eingelagert sind. Diese grüne Farbe wird jedoch verdeckt durch andere im Zellsaft gelöste Farbstoffe, das braune Phycocyan und das gelbe Phycoxanthin, durch deren Mischung eine Farbe erzeugt wird, welche man früher als Phycochrom bezeichnete. In den Zellmembranen sind ausserdem oft noch andere Farbstoffe vorhanden (blaugrün, blau, violett, rötlich). Heterocysten oder Grenzzellen, d. h. etwas angeschwollene, starkwandige, farblose, nicht teilungsfähige Zellen sind häufig zwischen den übrigen eingeschaltet.

1. Familie. Chroococcaceae.

Zellen rundlich, geldstückartig, einzeln oder durch Gallertausscheidung zu sehr verschieden gestalteten, aber nie fadenförmigen Kolonien vereinigt. Fortpflanzung nur durch Zellteilung. — Bei *Gloeothece* und *Aphanothece* tritt Zellteilung nur in einer Richtung, bei *Merismopaedia* in zwei (daher tafelförmige Kolonien), bei *Gloeocapsa* und *Chroococcus* (Fig. 2) in drei Richtungen des Raumes ein (Kolonien von Würfelform). — Sie bilden häufig Flechtengonidien.

2. Familie. Oscillariaceae. *(Lyngbyaceae.)*

Geldstückartige, oder scheibenförmige Zellen zu einfachen, nie verzweigten Fäden verbunden (diese daher von geldrollenartiger Gestalt). Nie finden sich Grenzzellen oder Haarspitzen. Die Fäden werden häufig von Gallertscheiden umgeben, in welchen sich manchmal Hormogonien abgliedern, d. h. Fadenstücke, die sich durch ihre kriechenden Bewegungen allmählich aus der Scheide der Mutterkolonie freimachen. —

Oscillaria (Fig. 2) mit vielen Arten, z. B. *O. limosa* in schmutzigem Wasser, *O. tenuis* auf feuchter Erde, Fadenenden mit deutlicher, drehender Bewegung. *Lyngbya* mit Hormogonien, *L. vulgaris* auf feuchter Erde. — *Spirulina*, früher den Bakterien zugezählt mit sehr zarten Fäden. *Sp. Jenneri* im Schmutzwasser, *Sp. versicolor* gemein im Brackwasser.

3. Familie. Nostocaceae.

Fäden aus kugeligen Zellen gebildet, unverzweigt. Haarspitzen kommen niemals vor. Grenzzellen, Dauerzellen und Hormogonien sind allgemein verbreitet. Kolonien der Fäden oft in dicke Schleimmassen eingebettet. *Nostoc* in Wasser (z. B. *N. pruniforme*, kirschgrosse, rötliche Lager bildend) und auf feuchter Erde, einzelne auch — wahrscheinlich als Symbionten — in den Intercellularen und Hohlräumen höherer Pflanzen (*Anthoceros*, *Azolla*, *Lemna*, Wurzeln von *Gunnera* und *Cycas* etc.). Häufig treten sie als Flechtengonidien auf (*Collemaceae*). *Nostoc commune* bildet bis handgrosse, hirnartig gewundene, gefaltete Gallertmassen an feuchten Orten. Bei Trockenheit schrumpft diese Gallerte ungemein stark ein, schwillt aber nach einem Regenguss wieder an, wird bei ihrer grossen Häufigkeit oft sehr auffallend und hat infolgedessen auch vielfach beim Volke zu

abergläubischen Ansichten geführt (Gallertregen). — *Anabaena Flos aquae, Aphanizomenon Flos aquae, Sphaerozyga* und *Nodularia* treten häufig teils im süssen, teils im brackischen Wasser in ungeheurer Menge auf, indem sie das Wasser an seiner Oberfläche stark grün färben. Diese „Wasserblüte“ erscheint an manchen Orten mit grosser Regelmässigkeit und stets zur selben Jahreszeit, ja es kommt vor, dass im Sommer die Wasserblüte von einer dieser Arten gebildet wird, dass dieselbe dann allmählich wieder verschwindet und

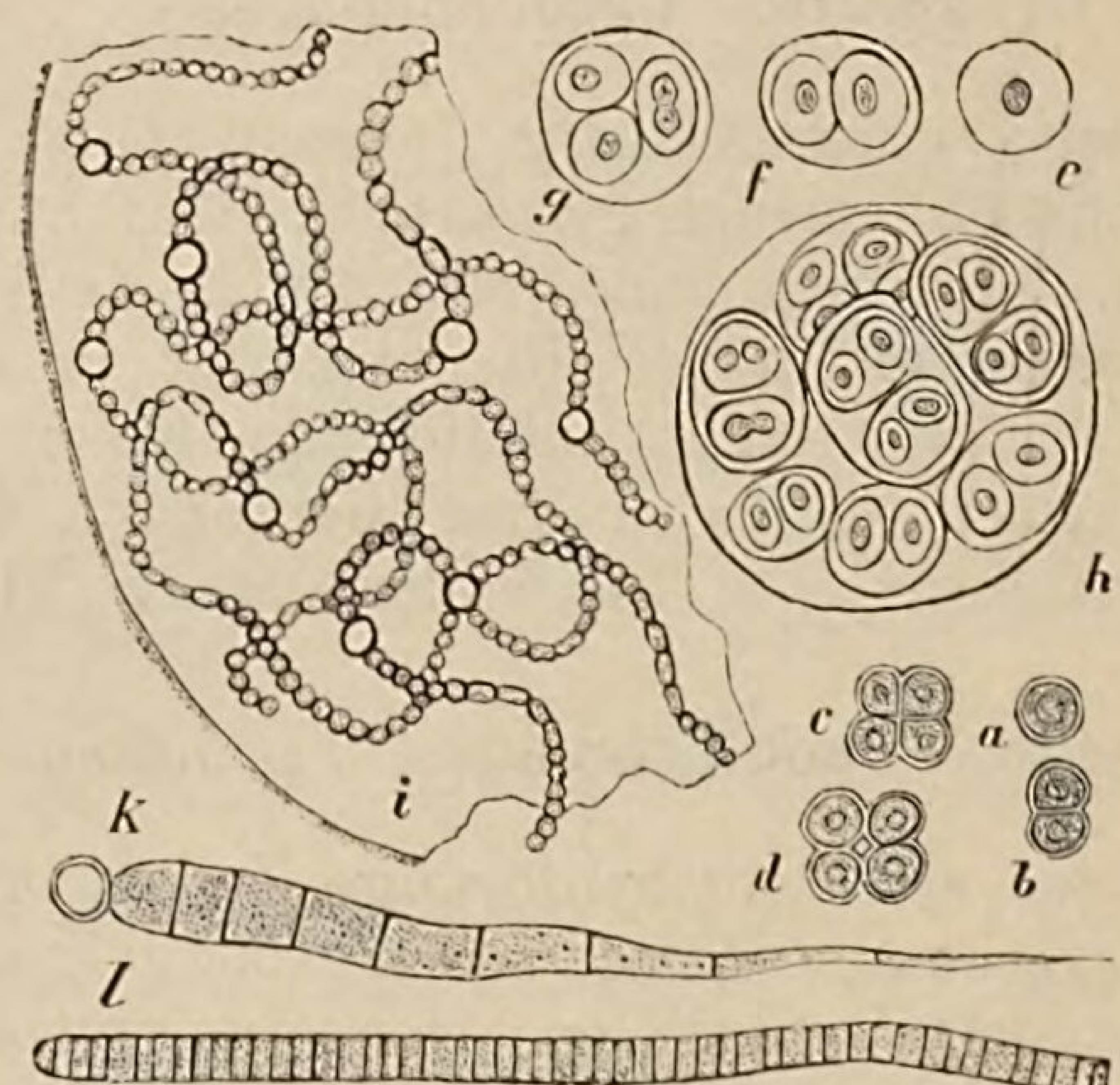


Fig. 2. *a—d Chroococcus vulgaris* in verschiedenen Zuständen der Teilung; *e—h* eine *Gloeocapsa* in verschiedenen Stadien der Teilung; *i* Stück vom Umfang einer *Nostoc*-Kolonie; *k Rivularia*; *l Oscillaria*. Vergr. 240 (Luerssen).

nach einiger Zeit von einer anderen Art, resp. Gattung abgelöst wird. In manchen Fällen kann diese Erscheinung bei allzu starkem Auftreten sogar den Fischen gefährlich werden und auch in anderen Beziehungen ökonomischen Schaden bringen.

4. Familie. Scytonemaceae.

Fäden aus cylindrischen oder kurz cylindrischen Zellen gebildet, mit unechter Verzweigung, da hie und da Zellen aus dem Verbande seitlich heraustreten, die Scheide durchbrechen und — mit dem Mutterfaden in Verbindung bleibend — ihrerseits wieder zu einem Faden auswachsen. Nie finden sich Haarspitzen, dagegen sind Grenzzellen vorhanden. — *Scytonema* auf feuchten Felsen, z. B. *Sc. myochroum,* und nasser Erde. — *Tolypothrix,* z. B. *T. aegagrophila,* meist an Wasserpflanzen ansitzend, seltener freischwimmend.

5. Familie. Sirosiphonaceae. *(Stigonemaceae.)*

Den vorigen ähnlich, aber die Zellen in den Fäden werden durch Teilungen parallel der Längsachse meist mehrreihig. — *Sirosiphon,* z. B. *S. mamillosus,* auf feuchten Felsen und in feuchtem

Moos. Einige Arten funktionieren als Flechtengonidien. *Hapalosiphon byssoideus* ist an alten Baumstämmen häufig.

6. Familie. Rivulariaceae.

Die Fäden sind einfach oder unecht verzweigt, meist aus mehr oder weniger kugeligen Zellen zusammengesetzt, stets mit haarartiger, lang ausgezogener Endspitze versehen. Oft entwickeln sich Hormogonien. Grenzzellen und Dauerzellen sind stets vorhanden. Die Fäden liegen ähnlich wie bei den Nostocaceae meist in mehr oder weniger dicken Gallertmassen. — *Gloeotrichia*, z. B. *Gl. natans* und *Gl. Pisum* makroskopisch gelbliche, erbsengrosse, durchscheinende Gallertklümpchen, in stehendem Wasser freischwimmend oder zwischen grösseren Algen. — *Rivularia*, z. B. *R. radians* (Fig. 2), auf Wasserpflanzen und feuchter Erde.

2. Klasse. Schizomycetes. *(Bakterien.)*

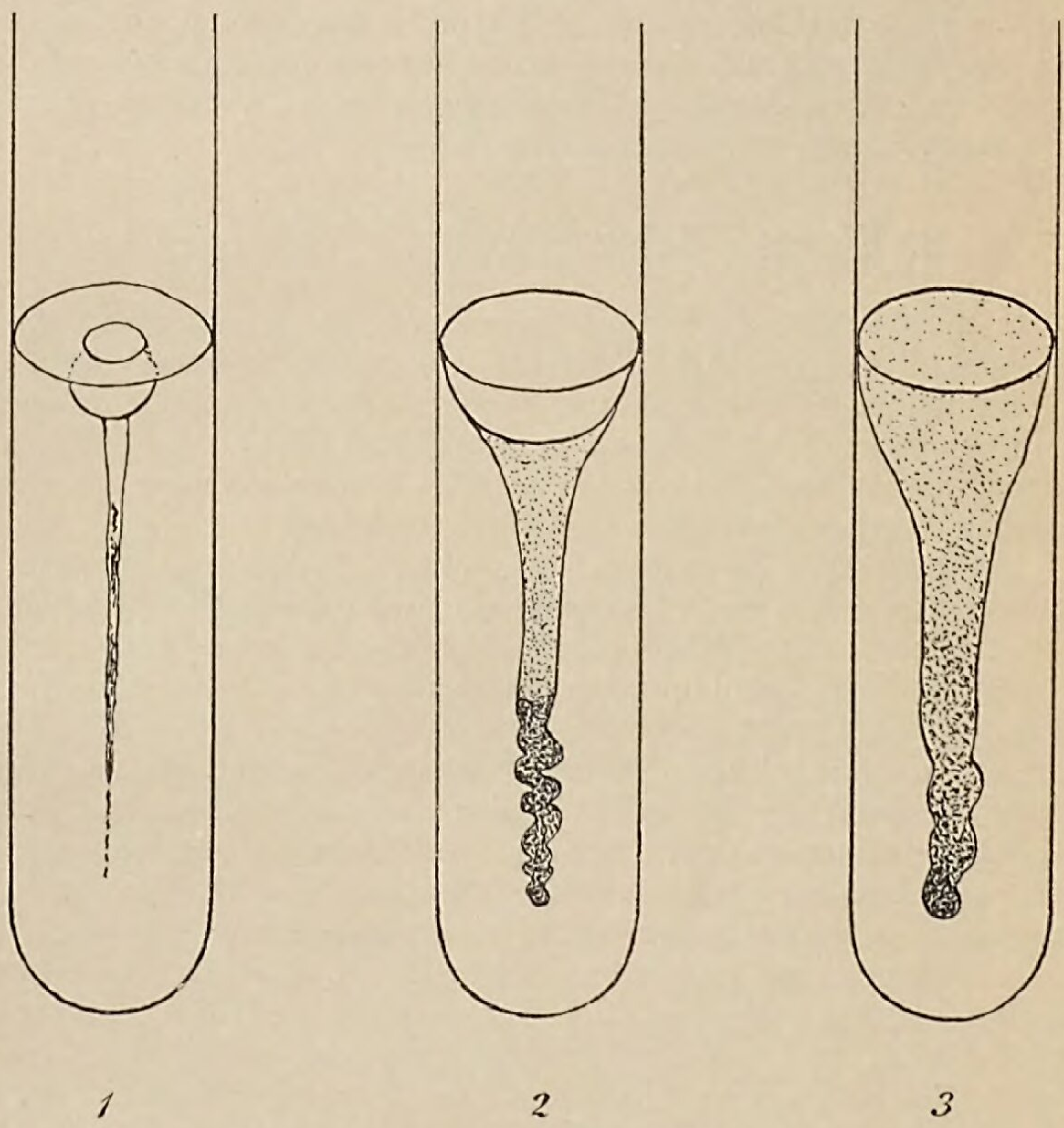
In der Gestalt den Formen der vorigen Klasse oft völlig gleich, aber stets ohne Phycochrom, farblos oder durch andere Farbstoffe sehr verschieden gefärbt, meist mit Geisseln versehen, welche in ausserordentlich wechselnder Zahl an verschiedenen Stellen der Zelle entspringen können und die von den meisten Bakterien bekannte rasche Bewegung ermöglichen.

Die Bakteriologie war bis vor etwa 25 Jahren fast nur für Botaniker von Interesse. Das physiologische Verhalten der Schizomyceten blieb fast vollständig unberücksichtigt, man ging nur darauf aus, in die Morphologie dieser kleinsten Lebewesen einzudringen. Seitdem jedoch einmal die Bedeutung der besonders von Koch eingeführten Gelatinekulturen für die Entwickelung und die ungeheure Wichtigkeit der Bakterien in der Medizin erkannt worden war, wurde die Gewissheit immer fester, dass man mit einer einseitigen, morphologischen Behandlung nicht weiter kommen könne. Um eine Art festzustellen, wurde weniger auf ihre Form, als auf ihr Verhalten gegen Färbungen und gegen das Nährsubstrat, auf ihre Wachstumsweise bei höherer oder niedriger Temperatur, auf ihre Eigenschaft als pathogen, zymogen, saprogen, chromatogen[1]) u. s. w. Wert gelegt. Und auf solche physiologische Momente gestützt, wurden auch „Systeme“ aufgestellt, welche aber in wissenschaftlicher Hinsicht nicht mehr sind als in klarer, übersichtlicher Weise ausgearbeitete Bestimmungsschlüssel, in denen kein Wert darauf gelegt wurde, die Verwandtschaft der einzelnen Formen festzustellen und sie nach ihrer höheren oder niedrigeren morphologischen Entwickelungsstufe zu gruppieren. Es stehen sich also nun Systeme gegenüber, von denen die einen auf rein morphologischer Grundlage beruhen und andere, welche sich in erster Linie auf physiologische

[1]) Krankheit erzeugend, Gärung hervorrufend, Fäulnis erregend, das Nährsubstrat färbend.

Momente stützen. Ein wirklich wissenschaftliches Bakteriensystem ist nur dadurch zu ermöglichen, dass morphologische und physiologische Betrachtungsweisen gleichmässig berücksichtigt werden.

Es sei der Uebersicht halber eines dieser physiologischen Systeme hier angeführt, welches weniger als die anderen an Einseitigkeit leidet, aber doch nicht als ein natürliches, wissenschaftliches System angesehen werden darf. Es kann jedoch dazu dienen, ein Bild zu geben von der Kompliziertheit der Kulturmethoden und dem so ausserordentlich verschiedenartigen Verhalten der Bakterien gegen die ihnen gebotenen Substrate.



1 *2* *3*

Fig. 3. *1* Gelatinestichkultur des Kochschen *Choleraspirillums* (Kommabacillus), bei Zimmertemperatur von 16–18° C. gewachsen, Anfang des vierten Tages; *2* Stichkultur des Denekeschen *Käsespirillums*, unter denselben Verhältnissen gewachsen; *3* Stichkultur des Finkler-Priorschen *Spirillums* unter den gleichen Verhältnissen am vierten Tage. (Nach Baumgarten.)

System von Woodhead 1891.

I. *Micrococcus.* Zellen kugelig oder elliptisch.

A. Auf Gelatine wachsend, sie nicht verflüssigend.

a) Kolonien weiss.

α) Kolonien klein, nicht zusammenfliessend, kümmerlich wachsend.

Streptococcus pyogenes, St. erysipelatosus, St. malignus u. s. w.

β) Kolonien zusammenfliessend, üppig wachsend.

αα) Kokken unregelmässig angeordnet.
Micrococcus candicans, M. ureae, Staphylococcus cereus, St. albus.

ββ) Kokken zu zwei *(Diplococcus)*.
Diplococcus lacteus, D. faviformis, D. albicans u. s. w.

γγ) Kokken sarcinaartig, würfelförmig angeordnet.
Micrococcus tetragonus.

b) Kolonien gelb.

α) Kolonien oberflächliche Tropfen bildend.
Staphylococcus cereus, Sarcina lutea.

β) Kolonien in Form niederschlagartiger Massen.
Micrococcus versicolor.

c) Kolonien rot.
Micrococcus cinnabarinus, M. roseus u. s. w.

B. Gelatine verflüssigend.

a) Kolonien weiss.
Staphylococcus pyogenes, St. albus, Micrococcus ureae, M. liquefaciens, Sarcina alba u. s. w.

b) Kolonien gelb.

α) Verflüssigung langsam und unvollständig.
Micrococcus fulvus, M. dissiliens.

β) Verflüssigung vollständig.

αα) Kolonien nur in der Mitte des verflüssigten Teils.
Staphylococcus pyogenes, St. aureus.

ββ) Kolonien in der Mitte und an der Peripherie des verflüssigten Teils.
Micrococcus radiatus, M. flavus, M. liquefaciens u. s. w.

C. Wachstum bei 22° C. in Gelatine nicht sichtbar.
Diplococcus intracellularis, D. meningitidis.
Micrococcus pyogenes, M. tenuis u. s. w.

II. *Bacillus.* Zelle mehr oder weniger stäbchenförmig.

A. Nährgelatine nicht verflüssigend.

a) Kolonien weiss, die Gelatine in der Nähe nicht färbend.

α) Kolonien kleine durchscheinende Tröpfchen auf Plattenkulturen bildend.
Bacillus cholerae gallinarum, B. septicus, B. agrigenus u. s. w.

β) Kolonien farblos, dünne Fädchen auf Plattenkulturen bildend.

αα) Geruchlos.
Bacillus acidi lactici, B. typhi, Bacterium coli, B. commune u. s. w.

ββ) Deutlich riechend.
Bacillus ureae, B. pyogenes, B. foetidus u. s. w.

γ) Kolonien weisse, fingernagelartige Vorsprünge auf Plattenkulturen bildend.
αα) Kolonien mikroskopisch klein, mit granuliertem Rand.
Bacterium pneumoniae u. s. w.
ββ) Kolonien mit glatten Rändern.
Bacterium lactis, B. aërogenes u. s. w.
δ) Kolonien unregelmässig verzweigt, nicht scharf umschrieben.
Bacterium Zopfii.
b) Kolonien farblos, Gelatine in der Nähe gefärbt.
α) Färbung grünlich.
Bacillus erythrosporus u. s. w.
β) Färbung blau oder graubraun.
Bacillus cyanogenus.
γ) Färbung violett.
Bacillus janthinus.
c) Kolonien weissgelb.
Bacillus der septischen Pneumonie.
d) Kolonien gelb.
Bacillus luteus, B. fuscus u. s. w.

B. Nährgelatine verflüssigend.
a) Kolonien weiss, Substrat ungefärbt.
α) Kolonien verzweigt oder mit Fortsätzen.
αα) Kolonien unbeweglich.
Bacillus anthracis, B. ramosus, B. liquefaciens, B. subtilis u. s. w.
ββ) Kolonien beweglich und schwärmend, Gelatine schnell verflüssigend.
Proteus vulgaris u. s. w.
β) Kolonien begrenzt, ohne Verzweigungen.
αα) Stäbchen bis 2,5 μ breit.
Bacillus megatherium.
ββ) Stäbchen höchstens 1 μ breit.
*) Clostridiumformen vor der Sporenbildung entwickelnd.
Clostridium butyraceum u. s. w.
**) Keine Clostridiumformen entwickelnd.
Bacillus mesentericus, B. vulgatus u. s. w.
b) Kolonien mit Substrat gefärbt.
α) Rot gefärbt.
Bacillus prodigiosus u. s. w.
β) Grün.
Bacillus fluorescens, B. liquefaciens u. s. w.
γ) Violett.
Bacillus violaceus.

C. Nicht in Nährgelatine und nur bei höherer Temperatur in Gegenwart von Luft wachsend.

Bacillus tuberculosis, C. mallei u. s. w.

D. Nur anaërobiotisch[1]) sich entwickelnd.

Bacillus tetani, B. butyricus u. s. w.

E. Nur in den lebenden Geweben wachsend, bei künstlicher Ernährung absterbend.

Bacillus Leprae u. s. w.

III. *Spirillum.* Zellen korkzieherartig gewunden.

A. Gelatine verflüssigend.

Spirillum cholerae asiaticae.

B. Nicht verflüssigend.

Spirillum rubrum u. s. w.

C. Nicht auf künstlichen Nährmedien wachsend.

Spirillum Obermeieri.

Beim Beobachten einer Bakterienart oder beim Aufstellen einer neuen Art ist nach MARSHALL WARD auf folgende Punkte zu achten:

1. *Natürlicher Wohnort* (Luft, Boden, Wasser [von Sümpfen, Quellen, Seen u. s. w.], Milch, Fäces, Tiere u. s. w.).

2. *Nährmedium.* Es ist zu untersuchen, auf welchem künstlichen Nährboden (Kartoffeln, Gelatine, Brot u. s. w.) der Organismus am besten gedeiht, ob das Nährmedium neutral, alkalisch oder sauer sein muss, auf welche Weise am besten Reinkulturen und Isolierungen gemacht werden u. s. w.

3. *Verhalten gegen Gase.* Ist der Organismus aërobiotisch oder anaërobiotisch, wächst er bei Anwesenheit von Wasserstoff, Kohlensäure im Vakuum u. s. w.?

4. *Temperatur.* Anzugeben ist die Optimum-, Maximum- und Minimumtemperatur.

5. *Morphologie und Entwickelungsgeschichte.* Es ist zu achten auf die Art des Wachstums (ob *Zooglöen*[2]) u. s. w.), der Teilung, der Sporenbildung, der Involutionsformen, also auf alles, was mit der äusseren Formgestaltung und Fortpflanzung zusammenhängt.

6. *Spezielles Verhalten.* Hier handelt es sich mehr um physiologische Wachstumsfragen, um das Verhalten bei Gelatineplatten- und Stichkulturen, um Farbenänderungen, Niederschläge im Medium etc.

7. Grosse Aufmerksamkeit ist darauf zu verwenden, um festzustellen, *ob der Schizomycet pathologisch wirkt oder nicht, ob er Fermentationen, Nitrifikation oder Reduktionen verursacht, ob er Schwefel oder Eisen speichert,* wie die Sporen sich gegen hohe Hitzegrade, gegen Austrocknen, gegen Antiseptica u. s. w. verhalten.

Wären von sämtlichen Schizomyceten alle diese Punkte bekannt, dann würde der Versuch einer natürlichen Anordnung derselben nicht mehr auf so unüberwindliche Schwierigkeiten stossen, wie dies gegenwärtig der Fall ist.

Nirgends sind die Begriffe darüber, was Gattung und Art ist, verworrener als gerade bei den Schizomyceten. Es stehen sich hier

[1]) Unter Luftabschluss.

[2]) D. h. ob die betreffenden Arten beim Wachstum im Nährsubstrat charakteristisch geformte Kulturen (traubenförmig, würfelförmig u. s. w.) bilden.

zwei Meinungen gegenüber, von der die eine (vertreten durch Zopf u. a.) behauptet, dass Mikrokokken, Bazillen u. s. w. in manchen Fällen nichts anderes sind als Entwickelungszustände von grösseren, langfädigen Schizomyceten, ja dass diese vielleicht alle als Entwickelungsformen höherer Pilze sich herausstellen werden. Die andere dagegen (Winogradski und Koch mit den meisten seiner Schüler) verneint einen solchen Polymorphismus durchaus und glaubt, in den einzelnen beobachteten Formen gute Arten in ihrem vollständigen Entwickelungskreis feststellen zu können.

Es lässt sich nicht leugnen, dass die Schizomyceten viele Analoga aufweisen mit Oidien und Hefen, d. h. mit solchen Formen, von denen zum grossen Teil bekannt und durch Brefelds mustergültige Beweisführung festgestellt ist, dass sie nichts anderes als Entwickelungsformen höherer Pilze sind. Und doch hat man sich gerade in der letzten Zeit, auf unzählige Kulturversuche gestützt, immer mehr von der Ansicht abgewendet, dass diese, allerdings sehr ähnlichen Formen in enger Verwandtschaft untereinander stehen, und es erscheint sehr wahrscheinlich, dass die Schizomycetes (oder wenigstens der grösste Teil der gegenwärtig hieher gestellten Formen) ebensoweit von den höheren Pilzen entfernt stehen wie die Schizophyceae von den höheren Algen, und dass sie eine besondere Klasse des Pflanzenreichs bilden.

Wir haben oben gesehen, dass eine auf physiologischen Prinzipien beruhende Einteilung der Schizomyceten auf die Bezeichnung als System keinen Anspruch erheben darf. Dieses Ziel wird gewiss noch eher erreicht durch eine Anordnung derselben vorwiegend nach morphologischen Gesichtspunkten. Es sollen deshalb im folgenden die wichtigsten Arten im grossen und ganzen im Rahmen des alten, von Cohn aufgestellten morphologischen Systems aufgeführt werden.

7. Familie. Coccaceae.

Zellen kugelig oder elliptisch, frei oder in Kolonien, ohne Bewegung. Arthrosporen werden in der Weise gebildet, dass die ganze Zelle ohne Kontraktion des Plasmas zur Spore wird, d. h. sich mit einer starken, sehr widerstandsfähigen Membran umgibt.

Micrococcus. Einzeln auftretende oder unregelmässig gehäufte Zellen.

A. Chromogene Arten: *M. prodigiosus* (auch als *Bacillus* beschrieben), der *Blutwunderpilz*, oft auf stärkehaltigen Substanzen, Eiern, Milch, gekochten Kartoffeln, feuchtem Brot etc. auftretend. Erzeugt einen purpur- bis blutroten Farbstoff, der besonders in Reinkulturen einen grünlich-goldenen Metallglanz zeigt. Bei längerem Wachstum des Pilzes wird Trimethylamin hervorgebracht, durch dessen widerlichen Geruch die befallenen Substanzen ungeniessbar werden. Die blutrote Färbung und das plötzliche Auftreten dieser Art auf den mannigfachsten Gegenständen hat früher häufig zu abergläubischen Vorstellungen Veranlassung gegeben (Blutende Hostie! u. s. w.). Eine grosse Anzahl anderer *Micrococcus*-Arten

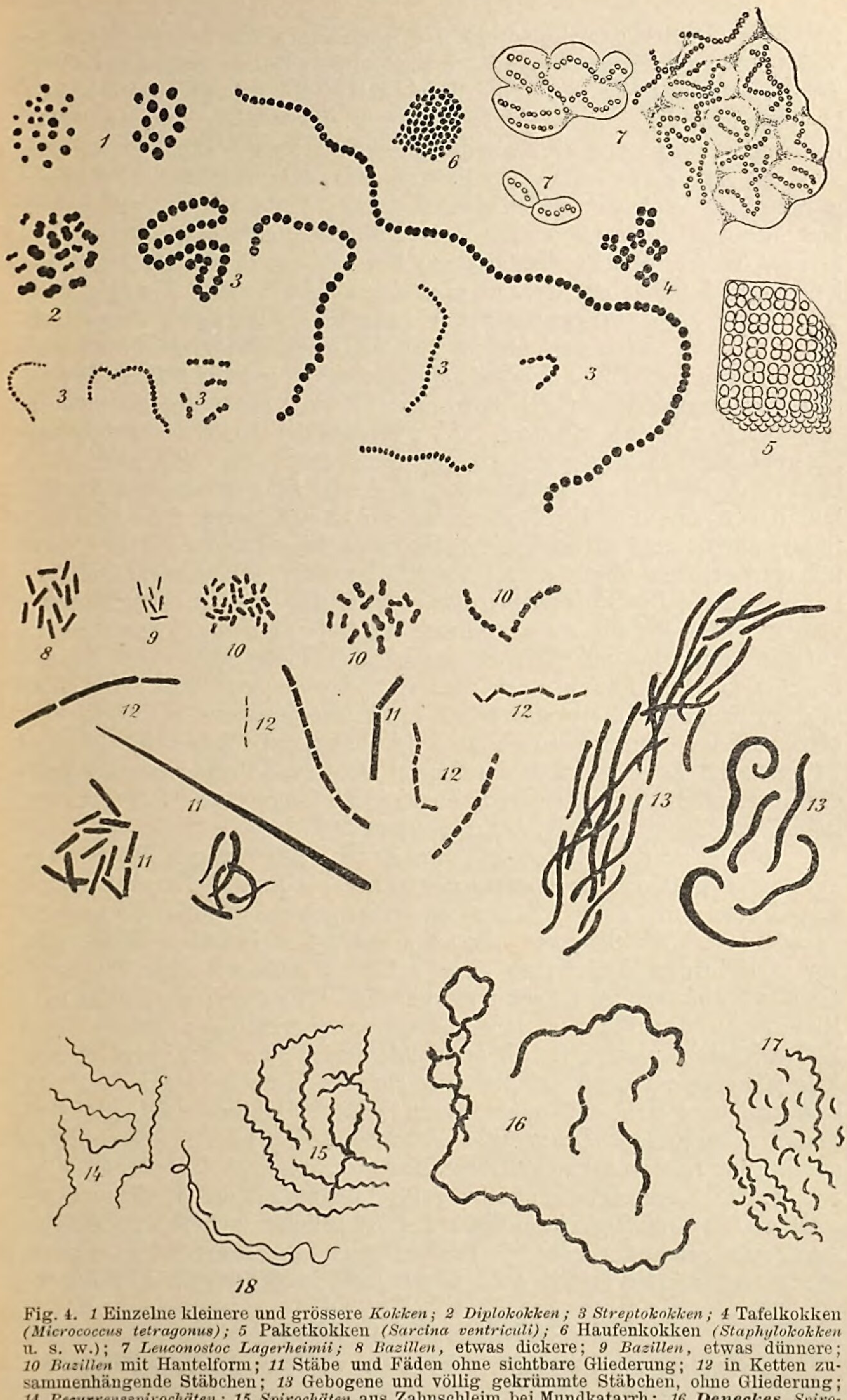


Fig. 4. *1* Einzelne kleinere und grössere *Kokken*; *2 Diplokokken*; *3 Streptokokken*; *4* Tafelkokken *(Micrococcus tetragonus)*; *5* Paketkokken *(Sarcina ventriculi)*; *6* Haufenkokken *(Staphylokokken* u. s. w.); *7 Leuconostoc Lagerheimii*; *8 Bazillen*, etwas dickere; *9 Bazillen*, etwas dünnere; *10 Bazillen* mit Hantelform; *11* Stäbe und Fäden ohne sichtbare Gliederung; *12* in Ketten zusammenhängende Stäbchen; *13* Gebogene und völlig gekrümmte Stäbchen, ohne Gliederung; *14 Recurrensspirochäten*; *15 Spirochäten* aus Zahnschleim bei Mundkatarrh; *16* **Deneckes** *Spirochäte* aus faulem Käse; *17 Choleraspirochäte* (oder *-spirillum*); *18 Spirillum volutans.* (Nach Ludwig.)

ist ebenfalls hierherzustellen, da sie imstande sind, sehr auffallende und oft sehr schöne, anilinähnliche Farbstoffe zu erzeugen, so vor allen *M. cyaneus*, welcher seine Nährflüssigkeit tiefblau (wie Kupfervitriollösung) färbt, *M. violaceus*, *M. brunneus*, *M. aureus*, *M. ruber*, deren Namen schon genugsam auf die von ihnen produzierten Farbstoffe hinweisen.

B. Zymogene Arten: *M. viniperda*, verursacht die Schleimgärung des Weins, wodurch derselbe trüb, schleimig (schwer, fädig, kahmig) und daher ungeniessbar wird. *M. ureae* erzeugt ein den Harnstoff zersetzendes, diastatisches Ferment, wodurch der Harn alkalisch wird und einen Geruch nach Ammoniak erhält; der Harnstoff wird dabei unter Aufnahme von Wasser in kohlensaures Ammoniak umgesetzt. *M. nitrificans* und wahrscheinlich auch andere hieher gehörige Arten haben die Fähigkeit, Ammoniakverbindungen im Boden zu salpetersauren Verbindungen umzusetzen (Winogradskis *Nitromonaden*).

C. Pathogene Arten. *M. pyogenes* ist einer der häufigsten Eitererreger. *M. amylovorus* erzeugt den sogenannten „Pear blight“ und „Apple blight“ in Amerika, d. h. eine sehr gefürchtete Krankheit der Apfel- und Birnbäume, welche in der Form eines Schleimflusses auftritt und oft in wenigen Tagen kräftige Bäume völlig zerstört indem die Rinde abstirbt und die Blätter gebräunt werden. In ähnlicher Weise tritt *M. dendroporthos* auf, der den „braunen Schleimfluss“ vieler Bäume, so vor allem von Apfelbäumen, Rosskastanien, Birken, Pappeln und Ulmen hervorruft, die Rinde der Bäume zerstört und die Bäume nach kürzerer oder längerer Frist zum Absterben bringt. *M. vacciniae* bei der Pockenimpfung wichtiger Bestandteil der Lymphe (doch sind hierbei sehr wahrscheinlich auch „Protozoen“ beteiligt, d. h. amöboide, thierische Organismen, welche die roten Blutkörperchen bewohnen). *M. gonococcus*, Urheber der gonorrhoischen Schleimhauterkrankungen.

Streptococcus. Zellen kugelig, zu perlschnurartigen Ketten vereinigt. Ein gefährlicher Eitererreger ist *Str. pyogenes*. — *Staphylococcus*, Kugelbacterium, dessen Zellen in ordnungslosen Haufen zusammen vorkommen. *St. pyogenes aureus* kommt fast in allen Eiterungen vor. Er bringt in Kulturen einen schönen, gelben Farbstoff hervor. *Sarcina*, *Paketspaltpilz*, seine Kugelzellen teilen sich nach allen drei Richtungen des Raumes und bleiben in eigentümlich paketartigen Zellverbänden vereinigt. *S. ventriculi* findet sich häufig im Magen Magenleidender, doch scheint er nicht der Urheber des Leidens zu sein, sondern sich erst nach durch andere Bakterien erfolgter Infektion einzustellen. *Leuconostoc* bildet Zellverbände, welche täuschend an die der Schizophyceengattung *Nostoc* erinnern. *L. mesenterioides* war ein in Zuckerfabriken sehr gefürchteter Pilz, da er oft in einer solchen Massenhaftigkeit auftrat, dass sämtliche zuckerhaltigen Säfte durch ihn zerstört wurden, ja dass er ganze Behälter und Abwassergräben vollständig erfüllte; *L. Lagerheimii* in Saftflüssen an Bäumen.

8. Familie. Bacteriaceae.

Zellen stäbchenförmig, mehr oder weniger deutlich länger als breit, oft lange Fäden bildend, ohne deutliche gemeinsame Scheiden.

Oft Endosporen, d. h. in der Zelle bilden sich an ganz bestimmten Stellen einzelne oder mehrere Sporen. Die geraden Stäbchen bezeichnet man als *Bacillus* oder *Bacterium*, ohne dass sich bis jetzt auch nur ein einigermassen durchgreifender Unterschied zwischen diesen Gattungen finden liesse. Genau dieselben Uebergänge sehen wir zwischen den Gattungen *Spirillum, Vibrio, Spirochaete, Microspira*, so dass auch hierin noch keine Einheit unter den Forschern besteht, was mit dem einen oder dem anderen Gattungsnamen belegt werden soll. Von den gewöhnlich als *Bacterium* bezeichneten Formen besitzen nur wenige allgemeinere Bedeutung. Doch sind hervorzuheben: *Bacterium termo*, ein Fäulnisserreger auf Eiweissstoffen und *B. cholerae gallinarum*, das im Blut von Hühnern sich entwickelt und die nicht ungefährliche Hühnercholera hervorruft. Viel grössere Bedeutung besitzen eine Anzahl von Arten, welche man gewöhnlich unter die Gattung *Bacillus* zusammenfasst.

Indifferent, oft chromogen sind folgende Arten: *Bacillus subtilis*, der schon seit langer Zeit bekannte *Heubacillus*, welcher sich in Heuaufgüssen massenhaft entwickelt und von dem man infolge seiner Aehnlichkeit mit dem *Bacillus anthracis*, dem Milzbranderreger, annahm, dass er mit demselben identisch sei. Diese Annahme ist jedoch durch sorgfältige Versuche vollständig widerlegt worden. *B. syncyanus* erzeugt auf geronnener Milch schöne, himmelblaue Flecken. *B. pyocyaneus* findet sich sehr häufig im Eiter und färbt denselben blaugrün.

Zymogen wirken folgende Arten: *Bacillus aceticus* ist der Erreger der Essiggärung und auf ihn ist das Sauerwerden fast aller alkoholhaltigen Flüssigkeiten, des Weins, des Bieres, von Fruchtsäften u. s. w. zurückzuführen. Das Sauerwerden der Milch wird dagegen fast stets durch den *B. acidi lactici* herbeigeführt. Die Kefirgärung schrieb man früher dem *B. caucasicus* (auch *Dispora caucasica* genannt) ausschliesslich zu; eingehendere Studien haben aber gezeigt, dass auch noch eine Anzahl anderer kleinster Lebewesen dabei beteiligt ist. Doch besteht die Hauptmasse der „Kefirkörner" aus diesem *Bacillus*. *B. butyricus* erzeugt die Buttersäuregärung.

Als pathogen sind folgende Arten von Bacillus aufzuführen. *B. anthracis*, der Erreger des Milzbrandes, ist die erste Bakterie, von welcher mit völliger Sicherheit die pathogene Eigenschaft bewiesen wurde. Er ist einer der gefährlichsten Krankheitserreger, besonders für unsere Haustiere; den Menschen befällt er ziemlich selten. *B. typhi* ist der Erreger des gefährlichen Unterleibstyphus. Derselbe befällt nur den Menschen; es ist noch nicht gelungen denselben auf Tiere überzuimpfen. Eine der bestbekannten Arten ist *B. tuberculosis*, der Urheber der Tuberkulose, eine sehr langsam und nur in Bluttemperatur wachsende Art. Von der Gattung *Spirillum* ist vor allem anzuführen *Sp. Cholerae asiaticae*, der Cholerabacillus, welcher sich nur im Darm lebhaft zu entwickeln vermag und ein furchtbares Gift erzeugt. Gegenwärtig fallen noch etwa die Hälfte aller von dieser Krankheit ergriffenen Menschen dem Tode anheim. Dem vorigen sehr ähnlich ist *Sp. Finkleri*, der Erreger der sogenannten

Cholera nostras. Durch Kulturversuche lassen sich unschwer die beiden Arten auseinanderhalten.

9. Familie. Leptotrichaceae.

Zellen in Fäden, welche an dem einen Ende meist festsitzen und häufig von Scheiden umgeben sind. — *Leptothrix parasitica* ist ein nicht seltener Algenparasit, *L. buccalis* tritt häufig im Zahnschleim auf, besonders in hohlen Zähnen. *Beggiatoa* umfasst die grössten bisher bekannten Bakterienarten. Alle Arten der Gattung sind ausgezeichnet durch ihre lebhaft schlängelnde Bewegung. Sie treten besonders in Schwefelthermen und in Abwässern (*B. alba*) auf, bringen oft einen Schwefelwasserstoffgeruch hervor und scheiden den Schwefel als stark lichtbrechende Körnchen in ihrem Innern aus. Es ist unzweifelhaft, dass sie gerade sehr viel zur Reinigung des Flusswassers beitragen. Auf unreinem Meeresgrund und in Brackwassern oft sehr häufig ist *B. mirabilis.* Die Gattung *Crenothrix* ist gefürchtet, weil sich besonders *Cr. polyspora* oft in ungeheuren Mengen in Wasserleitungsröhren einfindet, dieselben völlig verstopft und unbrauchbar macht. Beim Absterben bringt sie einen so widerlichen Geruch hervor, dass das Wasser faulig erscheint und schlammig aussieht.

10. Familie. Cladotrichaceae.

Zellen in Fäden, welche in der Jugend stets festsitzen; ausgezeichnet sind sie durch die sogenannte falsche Verzweigung. Dieselbe kommt so zu stande, dass die Zellen innerhalb ihrer Scheide sich vermehren, die Scheide an einer Stelle sprengen, worauf dann eine Zelle heraustritt und durch lebhaftes Wachstum einen neuen Zweig bildet. Sehr häufig tritt in Sumpfwasser *Cl. dichotoma* auf und bewirkt auffallende Kahmhäute an der Oberfläche desselben.

II. Unterabteilung. Dinoflagellata.

Charakter wie der der Klasse.

Klasse Dinoflagellata. *(Peridinea.)*

Winzige, einzellige Lebewesen, nackt oder mit Membran versehen, meist mit gelben oder braunen Chromatophoren, mehrere Geisseln führend, meist eine Längsgeissel und eine hauptsächlich die lebhafte Bewegung hervorbringende Quergeissel. Fortpflanzung nur ungeschlechtlich durch Zweiteilung. Dieselbe findet nur selten während des Umherschwärmens statt, meist geht ihr ein kürzer oder länger dauernder Ruhezustand voran. — Die Peridineen bilden eine noch

ziemlich wenig bekannte — wenigstens nicht genügend bekannte — Klasse des Pflanzenreichs, was vor allem darauf zurückzuführen ist, dass sie fast nur auf dem hohen Meere vorkommen und nur wenige von ihnen sich an den Küsten oder gar im Süsswasser finden. Zu den letzteren gehört z. B. *Peridinium tabulatum.* Sie bilden einen Hauptbestandteil des „Planktons", d. h. der Hochseeflora und sind deshalb für die Hochseefischerei von allergrösster Bedeutung. Zu den hauptsächlichsten, weitverbreitetsten und massenhaft auftretenden Planktonformen gehören z. B. *Ceratium tripos*, *Peridinium divergens, Prorocentron micans,* sämtliche von ziemlich einfachem Bau, auf die nördlichen Meere beschränkt. Von bizarrer Gestalt sind sehr häufig die Formen der warmen Meere, so z. B. *Amphisolenia thrinax* lang gabelförmig gestreckt, *Ornithocercus splendidus* mit prächtigen Flügel- oder Segeleinrichtungen. Von einzelnen Arten wird angegeben, dass sie ein Meeresleuchten hervorbringen. — Während man noch bis vor kurzem ziemlich allgemein die *Peridineen* dem Tierreich zurechnete, haben die neuesten Untersuchungen klargelegt, dass sie die auffallendsten Analogien und eine enge Verwandtschaft mit den *Bacillariaceen* aufweisen, so dass ihre Zugehörigkeit zum Pflanzenreich ziemlich gesichert ist. Da jedoch viele Punkte noch nicht genügend geklärt, auch ein durchgreifendes System noch nicht gegeben worden ist, so kann an dieser Stelle nicht näher auf diese Klasse eingegangen werden.

III. Unterabteilung. Bacillariales.

Charakter wie der der einzigen Klasse.

Klasse Bacillariales. *(Diatomeen.)*

Kleine einzellige Algen, welche ein reines Chlorophyll enthalten, deren körnige oder plattenartige Chromatophoren aber durch das Diatomin (eine Mischung von Chlorophyll und Phycoxanthin) gelbbraun gefärbt sind. Sie sind also imstande, wie die grünen Pflanzen Kohlensäure zu assimilieren. Teils leben sie einzeln, teils in sehr verschieden gestalteten Kolonien. Die Membran der Bacillariaceae enthält stets mehr oder weniger starke Einlagerungen von Kieselsäure, wodurch sie eine gewisse, oft sogar sehr starke Widerstandsfähigkeit erhält. Vor fast allen übrigen Algen zeichnen sie sich dadurch aus, dass diese Membran der Zellen keine rings um die Zelle geschlossene ist, sondern aus zwei ungleich grossen, wie die Hälften einer Schachtel ineinandersteckenden Stücken besteht. Die Gürtelseiten oder Nebenseiten, d. h. die Seiten der Membranhälften, welche übereinander greifen, sind stets strukturlos. Dagegen sind die Schalenseiten oder Hauptseiten durchweg mit oft sehr

schöner und auffallender, durch die eingelagerte Kieselsäure bewirkter Skulptur versehen, welche von sehr mannigfach — oft kreuzweise — verlaufenden Leisten und häufig aufgesetzten Höckerchen gebildet wird. Häufig ist diese Schalenseite ausgezeichnet durch eine von einem Ende der Zelle bis zum anderen reichende „Naht“ (= Mittellinie), d. h. durch eine sehr schwache Vorwölbung der Membran, deren Zentrum ein feiner Kanal durchzieht. Dieser mündet in der Mitte der Zelle mit einer ausserordentlich feinen Oeffnung (= Mittelknoten) nach aussen, und durch dieselbe tritt ein den Kanal durchlaufender vom Plasma der Zelle ausgehender Faden nach aussen hervor, welcher es der Zelle ermöglicht, sich an beliebige Gegenstände (Pflanzen, Steine u. s. w.) festzuheften und gleitende Bewegungen auszuführen.

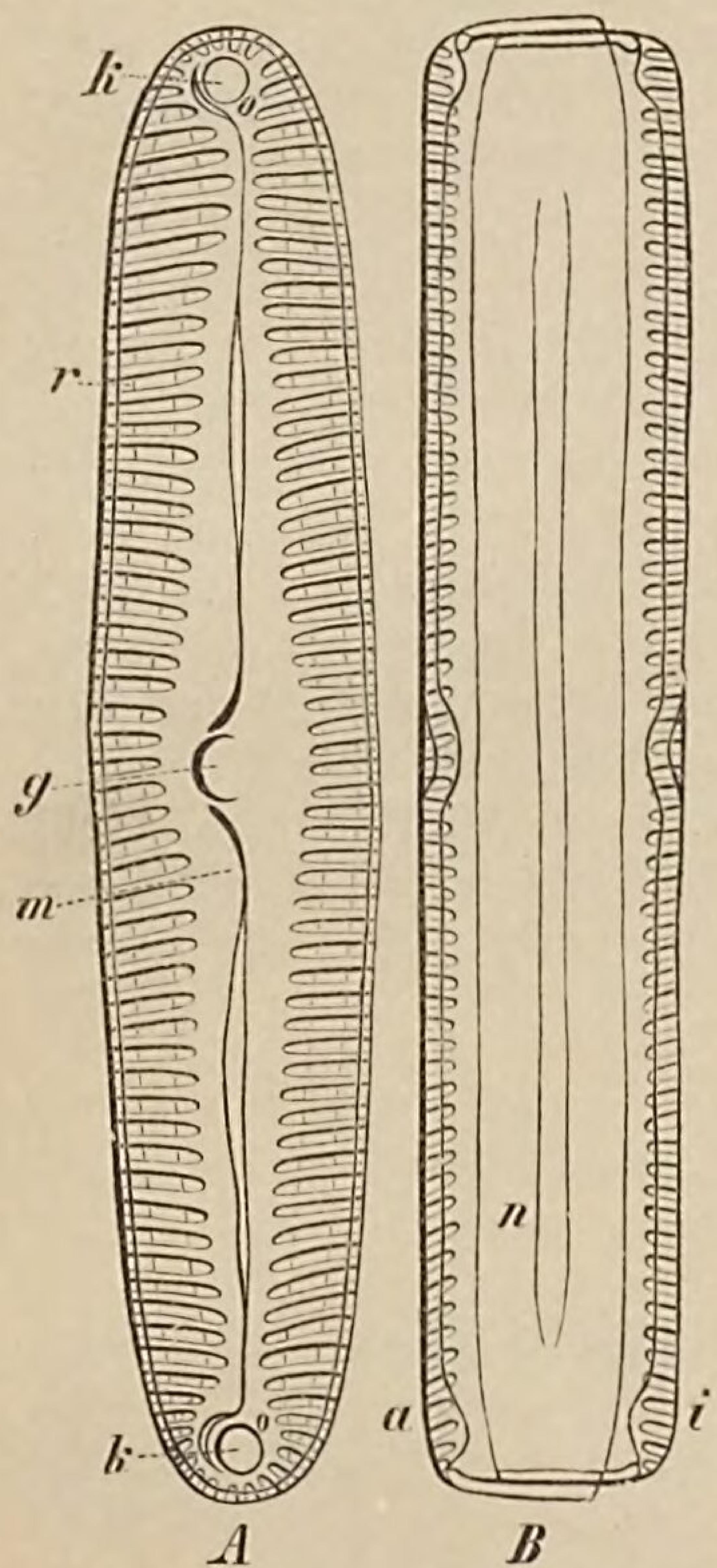


Fig. 5. *Pinnularia viridis*. *A* Schalenansicht: *r* Riefen, *m* Mittellinie, *k* Endknoten, *g* Mittelknoten; *B* Gürtelansicht: *a* äussere und innere Schale, *n* Nebenlinien. Die Zeichnung *B* ist aus der Flächenansicht und derjenigen des optischen Durchschnittes kombiniert; man sieht daher sowohl die Ränder der Schalen, die Nebenlinien und die Enden der Riefen, welche von der Schalenseite herübergreifen, als auch das Uebereinandergreifen der Gürtelbänder, deren Ansatz an die Schalen und die eingesenkten und verdickten Knoten der Mittellinie. (Nach Pfitzer.) Vergr. 800.

Viele Diatomeen vermögen jedoch auch, sich im offenen Tropfen frei „schwimmähnlich“ zu bewegen, was wohl so zu erklären ist, dass dem aus der Nahtvorrichtung austretenden Plasma auch das umgebende Wasser Stützpunkte darzubieten vermag. — Die schnellsten Diatomeen sind imstande, in 43 Sekunden einen Weg von 1 mm zurückzulegen.

Die Vermehrung der Bacillariaceen erfolgt hauptsächlich durch Teilung, welche immer nur in einer Richtung, parallel den Schalenseiten erfolgt. Die Schalenhälften rücken dabei auseinander, der Zellinhalt zerfällt in zwei gleiche Teile und von jeder der Hälften des Plasmas wird eine neue in die alte der Mutterzelle eingeschachtelte Schalenhälfte erzeugt, wodurch dann die beiden Tochterzellen wieder die ursprüngliche Gestalt erlangen. Da nun die mit Kieseleinlagerungen versehenen Schalen nicht die Fähigkeit haben, noch nachträglich zu wachsen, so ist leicht einzusehen, dass bei fortgesetzter Zweiteilung der Individuen eine allmähliche Verkleinerung im Längsdurchmesser der Zellen eintreten muss. — Bei sehr vielen Arten finden wir nun, dass die Teilung stets eine simultane ist, d. h. dass die beiden Tochterzellen eines Individuums zu der gleichen Zeit wieder die Fähigkeit erlangen sich zu teilen. Bei anderen dagegen sehen wir, dass die kleinere der durch

die Teilung der Mutterzelle erzeugten Zellen eine gewisse Ruheperiode durchmachen muss und erst dann sich zur Teilung wieder anschickt, wenn ihre grössere Schwesterzelle zum zweitenmal ins Teilungsstadium eintritt.

Wenn nun solche Teilungsvorgänge bis ins Unbegrenzte weitergehen würden, so müsste — wie wir gesehen haben — die Grösse der Formen stetig abnehmen. Wir finden auch, dass die Grösse der Individuen einer und derselben Art so sehr variiert, dass eines das andere um das 10fache übertreffen kann. Die Diatomeenzelle besitzt jedoch auch ein Regulativ, durch welches eine allzuweit gehende Verkleinerung der Individuen verhindert wird. Hat nämlich eine Zelle durch die oft in kurzen Intervallen aufeinanderfolgende Zweiteilung eine gewisse Minimalgrösse erreicht, so schreitet sie zur Auxosporenbildung. Diese erfolgt in sehr verschiedener Weise, hat aber stets denselben Erfolg, nämlich den, dem Individuum die Maximalgrösse seiner Art wieder zu verschaffen. Bei einzelnen im hohen Meer lebenden Arten tritt nur ein Teil des Plasmas der Zelle aus und wächst sehr rasch heran. Die Mutterzelle selbst schliesst sich wieder und macht weitere Zweiteilungen durch. Bei anderen wird das gesamte Plasma einer Zelle zur Bildung der Auxospore verbraucht. Wieder bei anderen legen sich stets zwei gleichgrosse Individuen zusammen. Ihr Inhalt tritt aus, scheidet eine gemeinsame Gallerthülle aus und aus dem Plasma jeder der Zellen wird wieder je ein die Maximalgrösse der Art besitzendes, neues Individuum. Sodann finden wir aber bei den Diatomeen auch Vorgänge, welche schon vielfache Anklänge zeigen zu der bei einzelnen höheren Algen beobachteten Konjugation. Die Inhalte zweier nebeneinanderliegender Zellen treten aus und verschmelzen vollständig zu einer einzigen Auxospore. Oder aber endlich es teilt sich das Plasma jeder der beiden Zellen kurz nach dem Austritt in je zwei gleiche Portionen, von welchen zwei gegenüberliegende, je einer der beiden Individuen angehörende, zur Auxospore zusammentreten, so dass also hiedurch zwei Auxosporen gebildet werden.

Viele Bacillariaceae, z. B. *Gomphonema,* besitzen einen Gallertstiel, mit Hilfe dessen sie sich an beliebigen Gegenständen, meist Wasserpflanzen, festsetzen. Teilt sich nun die Zelle, so erhält ebenfalls wieder jede Tochterzelle einen solchen Gallertstiel, welcher mit dem der Mutterzelle in Verbindung bleibt. Es entstehen bei fortschreitender Teilung auf diese Weise viele Individuen enthaltende Kolonien, deren dichotom geteilte Stiele alle in festem Zusammenhang miteinander bleiben. — Andere Arten scheiden reichliche Schleimmassen aus, in welchen die durch die Teilung erzeugten Tochterindividuen liegen bleiben. Auch hier werden durch fortgesetzte Teilung und Schleimbildung grosse, einfache oder verzweigte röhrenartige Kolonien gebildet, welche oft täuschend an die Gestalt höherer Algen erinnern. — Sowohl die kolonienbildenden als auch die mit „kriechender“ oder „schwimmähnlicher“ Bewegung versehenen Arten der Bacillariaceae sind sämtlich Formen, welche auf das Leben im Süss- oder Brackwasser angewiesen sind. Obwohl

auch diese Formen oft in ungeheueren Mengen vorkommen, besitzen sie doch nie für den Haushalt der Natur die Wichtigkeit, welche die Planktondiatomeen, d. h. Diatomeen der Hochsee, beanspruchen. Besonders in den nordischen Meeren nehmen die Bacillariaceae weitaus die wichtigste Stelle sämtlicher pflanzlichen Lebewesen ein und sind von der allergrössten Bedeutung, weil sie es sind, die den Fischen die Nahrung bieten und deshalb den Fischreichtum jener Meere ermöglichen. Die echten Hochseediatomeen besitzen nie eine Naht, wie wir sie bei den Süsswasserformen fast stets finden, es fehlt denselben infolgedessen natürlich auch die Bewegungsfähigkeit. Dagegen sind sie mit sehr vielerlei Vorrichtungen versehen, welche

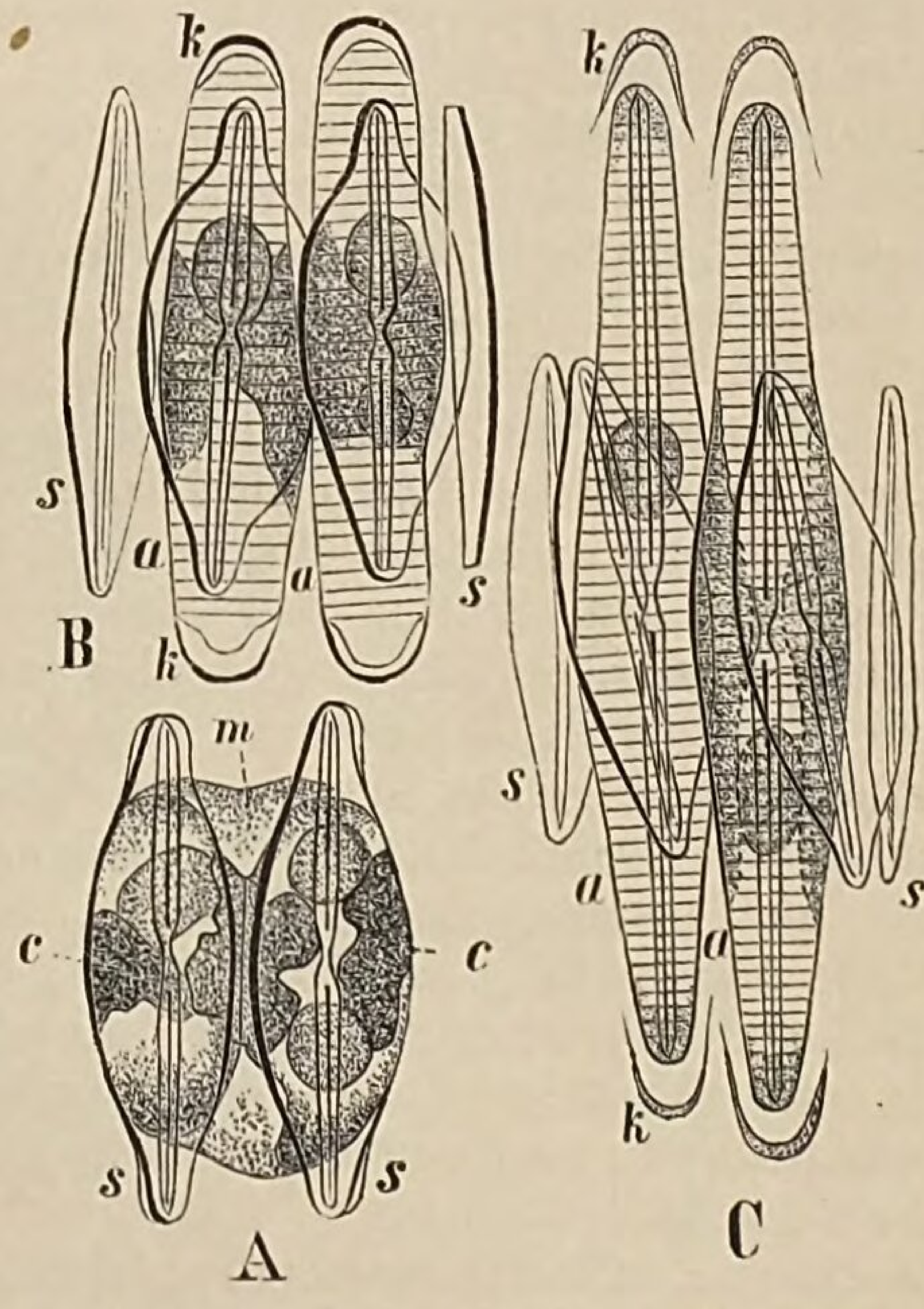


Fig. 6. *Frustulina saxonica* in Konjugation. *A* Berührung der beiden Mutterzellen der Auxosporen zwischen den geöffneten Schalen. *B* Auxosporen, welche eben ihre Kappen abstossen, zwischen den 4 leeren Schalen der kopulierenden Individuen. *C* Auxosporen, welche schon die Schalen der neuen sogenannten Erstlingszelle in sich entwickelt haben; *s* Schalen der in Konjugation befindlichen Zellen; *m* Gallerthülle der sich berührenden Plasmamassen; *c* Farbstoffplatten; *a* Auxosporen und *k* deren Kappen. In Fig. *C* wurde der Deutlichkeit wegen nur in der Auxospore rechts der gesamte Inhalt gezeichnet. (Nach Pfitzer.) Vergr. 1200. Luerssen.

auf eine Erhöhung ihrer Schwebefähigkeit hinzielen. Denn wären sie dauernd leichter als das Wasser, so müssten sie natürlich immer an der Oberfläche desselben schwimmen. Wären sie dagegen schwerer als das umgebende Medium, so würden sie allmählich untersinken und, da in einer Tiefe von mehreren 100 m unter der Meeresoberfläche ewige Dunkelheit herrscht, als lichtbedürftige Organismen ihren Tod finden. Es ist nun anzunehmen, dass im allgemeinen die Diatomeenzellen — vor allem schon ihrer verkieselten Membran wegen — etwas schwerer sind als das Meereswasser. Dieses Ueber-

gewicht wird aber dadurch ausgeglichen, dass die Assimilationsprodukte der Pflanze, also besonders Oel, bedeutend leichter sind als das Wasser, wodurch ein nicht unbedeutender Auftrieb der Zelle bewirkt wird. Da jedoch die Assimilationsprodukte durch die Atmung wieder verbraucht werden und es nicht anzunehmen ist, dass dieser Stoffwechsel immer ein gleichmässiger, sich jederzeit in festen Grenzen bewegender sein wird, so müssen Vorrichtungen getroffen sein, um ein durch diese Schwankungen hervorgerufenes, allzuschnelles Steigen oder Sinken der Zelle zu verhindern. Deshalb gerade finden wir bei den Hochseediatomeen mannigfache, eine erhöhte Schwebefähigkeit bezweckende Einrichtungen, so eine Vergrösserung des Gesamtvolumens, tellerförmige Ausbildung der Zellen, schirm- oder segelartige Membranleisten, Stachelbildung u. s. w., von denen einige allerdings auch auf den Schutz der Zelle gegen feindliche Angriffe hinzielen. — Nach dem Absterben der Zelle sinkt die Schale zu Boden und verwest, das Kieselpanzergerüst derselben bleibt jedoch unzerstört erhalten, und so finden wir jetzt noch an zahlreichen Orten mächtige Lager von „Kieselgur", „Bergmehl", „Diatomeensand", welche oft fast ausschliesslich aus den Kieselgerüsten ausgestorbener oder noch lebender Diatomeenarten bestehen.

Nur eine Familie: ***Bacillariaceae,*** etwa 2000 Arten enthaltend.

Unterfamilie I. *Placochromaticae.* Mit höchstens 2 in der Mitte unterbrochenen Endochromplatten. — Hieher gehören von wichtigen Arten z. B. *Cocconeis communis,* welche sehr häufig an Fadenalgen ansitzend gefunden wird. *Pleurosigma balticum,* eine der wichtigsten Planktondiatomeen. *Navicula cryptocephala,* in fliessendem Wasser gemein. *N. rhynchocephala,* in Gräben sehr häufig. *Pinnularia viridis,* im Süsswasser weit verbreitet. *Bacillaria paradoxa,* im Süsswasser. *Schizonema vulgare,* grosse Gallertkolonien bildend.

Unterfamilie II. *Coccochromaticae.* Mit meist sehr zahlreichen kleinen Endochromkörnern. — Meist im Süsswasser. — *Melosira varians* ist eine der gemeinsten Diatomeen des Süsswassers. Von Planktonformen gehören hieher die wichtigen Arten *Rhizosolenia alata, Chaetoceras boreale,* u. s. w.

Hieher gehören auch die grossen, prächtigen Formen *Gossleriella tropica, Planctoniella Sol* und die schon mit blossem Auge sichtbare *Antelminellia gigas.*

IV. Unterabteilung. Gamophyceae.

Ein- oder mehrzellige Algen, deren Zellen je einen oder mehrere Zellkerne enthalten. Chromatophoren rein grün oder durch beigemengte Farbstoffe braun oder rot gefärbt. Fortpflanzung ungeschlechtlich oder geschlechtlich.

1. Klasse. Conjugatae.

Chlorophyllgrüne, einzellige oder zu einfachen Fäden auswachsende Algen, von denen jede Zelle einen einzigen Zellkern besitzt und ein selbständiges zur Teilung und Fortpflanzung befähigtes Individuum darstellt. Geschlechtliche Fortpflanzung in der Weise, dass die Inhalte zweier Zellen miteinander verschmelzen und die Zygospore bilden (Aplanogameten). Schwärmer werden nie entwickelt. Selten findet man bei ihnen noch die ungeschlechtliche Bildung von starkwandigen, reichlich mit Reservestoffen erfüllten Dauerzellen (Akineten) oder Aplanosporen, zu deren Bildung das Plasma einer Zelle sich in der Mitte derselben zu einem beinahe kugeligen Körper kontrahiert und sich mit einer starken Membran umgiebt. In vielen Punkten ist eine Verwandtschaft mit den Bacillariaceae zu konstatieren; so besitzen manche Arten der Desmidiaceae denselben schachtelartigen Bau wie jene, die Zellhaut ist häufig von ganz bestimmt angeordneten Kanälen durchbohrt, durch welche feine Plasmastränge nach aussen treten. Auch Bewegungserscheinungen werden bei denselben beobachtet. Die Conjugatae sind jedoch leicht von jenen zu unterscheiden, da ihre Membran nie verkieselt ist und sie rein chlorophyllgrün gefärbt sind.

I. Familie. Desmidiaceae.

Individuen meist einzeln lebend, seltener in Fäden, welche oft zickzackartig gebrochen erscheinen. Membran (ähnlich wie bei den Bacillariaceae) aus zwei schachtelartig übereinandergreifenden Schalen

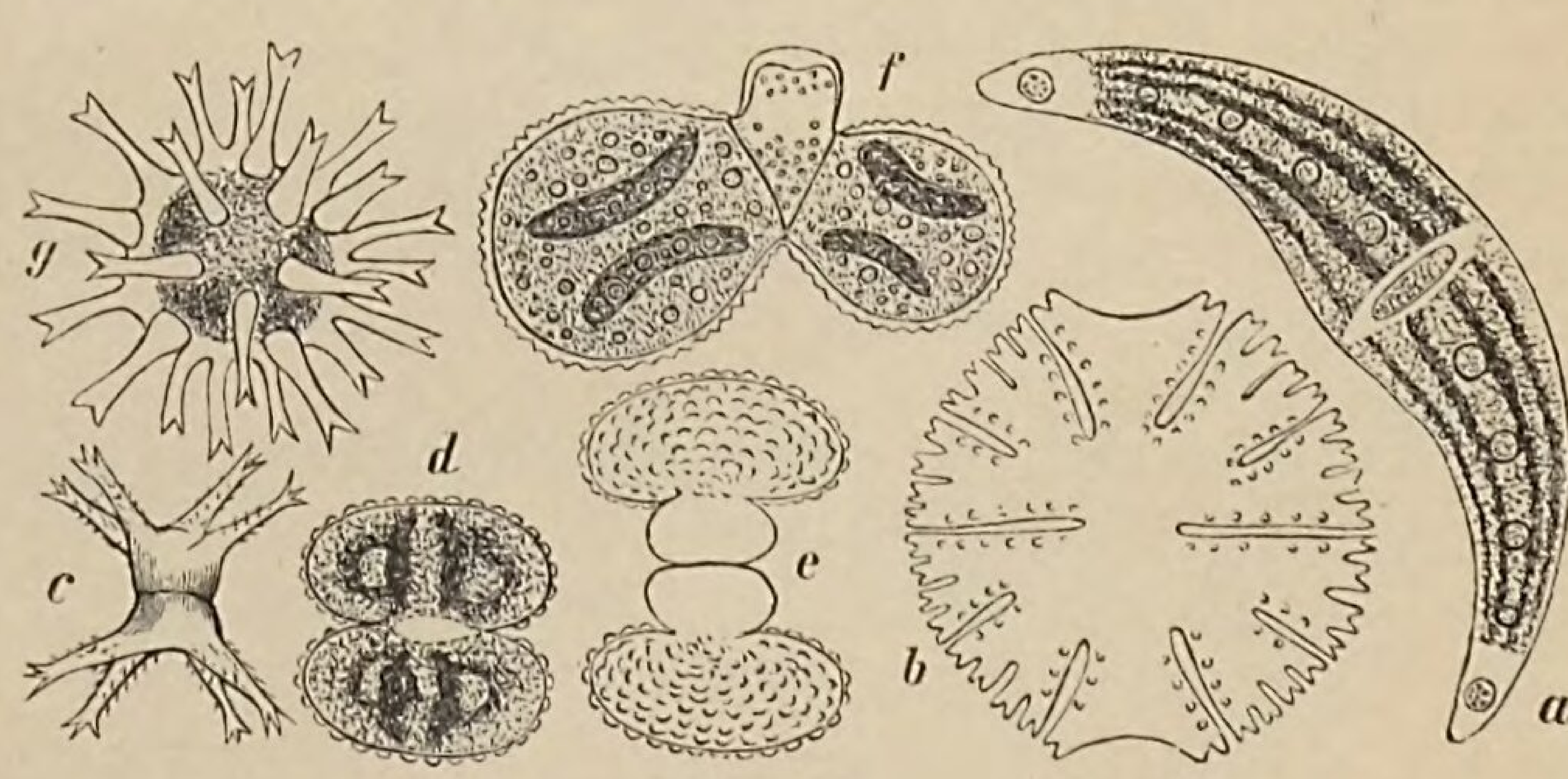


Fig. 7. *Desmidiaceae. a Closterium moniliferum* (Vergr. 200); *b Micrasterias papillifera* (Vergr. 200); *c Staurastrum paradoxum* (Vergr. 300); *d Cosmarium margaritiferum*, optischer Durchschnitt (Vergr. 300); *e* dieselbe Art in Teilung begriffen, Flächenansicht (Vergr. 300); *f Cosmarium Botrytis*, eine zur Kopulation sich anschickende Zelle (Vergr. 390); *g* Zygospore von *Staurastrum spinosum* (Vergr. 400). Fig. *f* nach DE BARY. (LUERSSEN.)

bestehend. Zellen meist durch eine Einschnürung der Membran in der Mitte in symmetrische Hälften geteilt oder mit in symmetrische Hälften geteiltem Inhalt. Chromatophoren sehr mannigfach gestaltet, mit Amylumkernen (Pyrenoiden). Bei der Kopulation legen sich

2 Individuen nebeneinander (meist kreuzweise zu einander), und jede der beiden Zellen treibt gegen die andere aus ihrer Mitte einen Kopulationsfortsatz, welcher sich mit dem anderen berührt. Die Enden schwellen blasig an, da sich hier der Inhalt der Zellen ansammelt, die trennende Membran wird aufgelöst und das vereinigte Plasma umgibt sich mit einer neuen Membran, welche bald sehr stark wird, glatt bleibt oder in zahlreiche starke Stacheln auswächst: es bildet sich eine Zygospore oder Jochspore. Die bei der Keimung der Zygospore hervortretende Zelle erlangt entweder unmittelbar ihre definitive typische Form oder aber sie macht verschiedene schnell aufeinanderfolgende Teilungen durch und erzeugt auf diese Weise 2, 4 oder 8 Tochterzellen, welche dann zu selbständigen Individuen werden. — Etwa 700 nur im süssen Wasser vorkommende Arten, die in grosser Häufigkeit überall auftreten (Fig. 7). Die Gattungen *Closterium* (*C. Lunula* ausgezeichnet durch halbmondförmige Gestalt; an den beiden chlorophylllosen Enden befindet sich je eine grosse Vakuole, in welcher sich kleine Gipskrystalle tanzend bewegen), *Cosmarium, Euastrum, Penium,* enthalten nur 1zellige, freilebende Arten, während die der Gattungen *Desmidium* und *Hyalotheca* zu Fäden verbunden sind.

2. Familie. Zygnemaceae.

Stets unverzweigte Zellfäden aus cylindrischen Zellen gebildet. Chromatophoren sehr mannigfaltig, meist spiralig gestellte Chlorophyllbänder mit Amylumkernen. Bei der Kopulation wachsen die

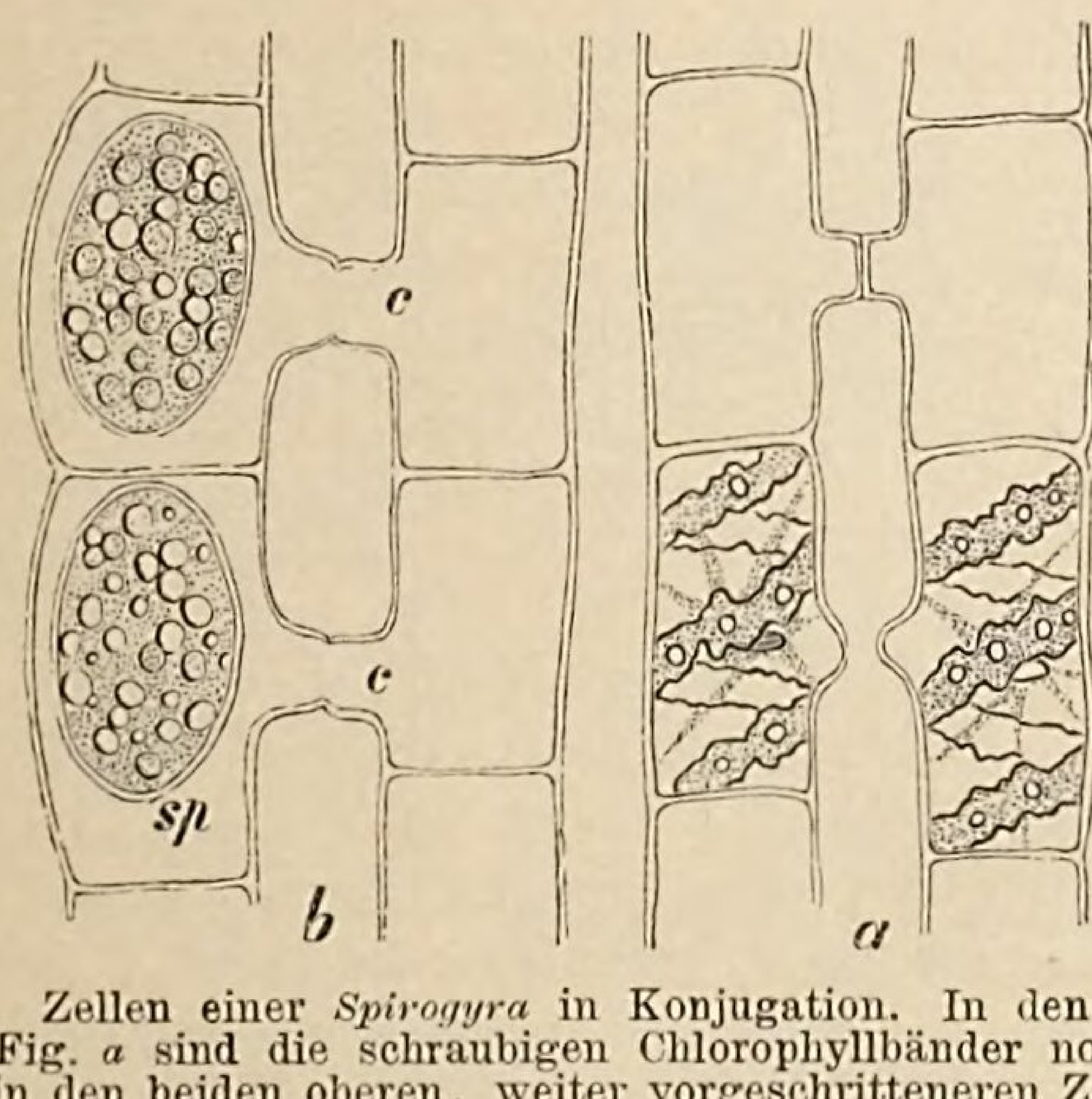


Fig. 8. *Zygnemaceae.* Zellen einer *Spirogyra* in Konjugation. In den dieselbe beginnenden unteren Zellen der Fig. *a* sind die schraubigen Chlorophyllbänder noch in ihrer ganz ursprünglichen Lage, in den beiden oberen, weiter vorgeschritteneren Zellen wurde der Inhalt fortgelassen. In Fig. *b* ist der Inhalt der Zellen des einen Fadens bereits mit demjenigen der Zellen des zweiten zur Jochspore *(sp)* vereinigt; *c* sind die offenen Kopulationskanäle. Vergr. 240. (Luerssen.)

Kopulationsfortsätze von Zellen zweier oder mehrerer Nachbarfäden oder von Zellen desselben Fadens einander entgegen, die trennende Membran wird aufgelöst und entweder in einer der beiden Zellen oder in der Mitte zwischen denselben im Kopulationsfortsatz vom

gesamten Inhalt der kopulierenden Zellen die Zygospore gebildet. Diese wächst bei der Keimung sofort zu einem neuen Faden aus. — Es kommt nicht selten vor, dass einem oder dem anderen Kopulationsfortsatz kein solcher von der anderen Seite begegnet; es wird aber dann trotzdem häufig auf parthenogenetischem Wege eine Dauerspore hervorgebracht. — Ungefähr 100 in Süss- und Brackwasser vorkommende Arten. — *Spirogyra* (Fig. 8) mit sehr zahlreichen Arten, in Gräben und Teichen oft in grosser Massenhaftigkeit auftretend. Man unterscheidet Arten mit 1 oder 2—3 Chlorophyllbändern. — *Zygnema, Zygogonium.*

3. Familie. Mesocarpaceae.

Der vorigen Familie sehr nahestehend und oft mit ihr vereinigt, ist sie dadurch abweichend, dass der Chromatophor stets eine in der Zelle axil stehende Platte darstellt und dass nur ein Teil des Inhalts der kopulierenden Zellen sich zur Bildung der Zygospore vereinigt. Es kommt hier auch vor, dass die Zellen der kopulierenden Fäden keine Kopulationsfortsätze ausschicken, sondern dass diese Fäden sich knieförmig knicken, und dass dann an den nebeneinander liegenden Knickungsstellen, resp. Knieen, die Zygospore entweder in einer der geknickten Zellen oder zwischen zweien derselben gebildet wird. — Etwa 30 Arten, in Süss- und Brackwasser. — *Mougeotia genuflexa* oft in dicken, filzartigen Massen während des zeitigen Frühjahres.

2. Klasse. Chlorophyceae.

Chlorophyllgrüne Algen, die entweder einzellig sind oder aus mehr- bis vielzelligen Fäden, Flächen oder Körpern bestehen, welche häufig noch als Kolonien einzelliger Individuen aufzufassen sind. Jede Zelle enthält einen oder mehrere Kerne. Die Fortpflanzung geschieht meist ungeschlechtlich durch Schwärmer, ausserdem werden aber auch (ähnlich wie bei den Conjugatae) Akineten und Aplanosporen gebildet. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Kopulation schwärmender (oder sehr selten unbeweglicher) Gameten oder von Spermatozoiden mit Oosphären findet ebenfalls zuweilen statt. Durch ersteren Vorgang wird eine Zygospore oder Gamospore, durch letzteren eine Oospore erzeugt. Aus diesen Sporen entwickeln sich meist nach einer mehr oder weniger langen Ruhezeit Schwärmsporen, welche nach einer Schwärmperiode allmählich zur Ruhe gelangen und zu neuen Pflanzen auswachsen. Seltener wachsen die durch den Geschlechtsakt erzeugten Sporen direkt zu neuen Pflanzen aus.

1. Unterklasse. Protococcales.

Zellen ohne Spitzenwachstum, mit einem, sehr selten mehreren Kernen, einzeln lebend oder zu locker vereinigten, sehr verschieden ausgebildeten Kolonien zusammentretend, oft in Gallertmassen eingelagert.

4. Familie. Volvocaceae.

Zellen einzeln lebend oder zu Kolonien verbunden, während ihres ganzen Lebens frei umherschwärmend, meist mit einer Hülle versehen, durch welche (von jeder Zelle) 2—6 Cilien hervorragen. Jede Zelle hat fast durchweg nur einen grünen Chromatophor. Ungeschlechtliche Vermehrung durch Zweiteilung, geschlechtliche durch Bildung von Gamosporen oder Oosporen. — Etwa 30 Arten in 17 Gattungen; alle Formen stehen untereinander in naher Verwandtschaft, weichen aber durch ihren Geschlechtsakt oft sehr voneinander ab. Die Familie ist deshalb von grossem morphologischem Interesse. Viele der hiehergehörigen Gattungen wurden noch vor kurzer Zeit, vor allem wegen ihrer freien Beweglichkeit, dem Tierreich zugezählt.

A. Zellen nicht koloniebildend, einzeln. Stets werden Gamosporen gebildet. *Chlamydomonas pulvisculus* ist in Süss- und Salzwasser über die ganze Erde verbreitet. *Sphaerella* hat ein Protoplasma, das meist durch Hämatochrom rot gefärbt ist, so dass das Grün der Chromatophoren völlig verdeckt wird. *S. nivalis* bildet auf dem Schnee und dem Eise der Hochgebirge und der Polarländer häufig auf weite Strecken hin den „roten Schnee“; *Sph. pluvialis* nicht selten in stehendem Wasser.

B. Zellen in Kolonien. — *Gonium pectorale,* mit tafelförmigen Kolonien. — *Stephanosphaera pluvialis,* Kolonien mit kugelförmiger Hülle, längs deren Aequator ungefähr die einzelnen Zellen angeordnet sind. — *Pandorina Morum* (Fig. 9) bildet kugelige Kolonien, die aus einander berührenden Zellen bestehen; die Cilien strahlen nach allen Richtungen aus. Alle diese Gattungen bilden Gamosporen. — *Eudorina elegans* und *Volvox globator* (Fig. 10) dagegen besitzen stets Oosporen. Ihre Kolonien sind Hohlkugeln, an deren Peripherie die (bei letzterer 20000 bis 22000) durch je 6 Protoplasmavorsprünge miteinander verbundenen Zellen liegen.

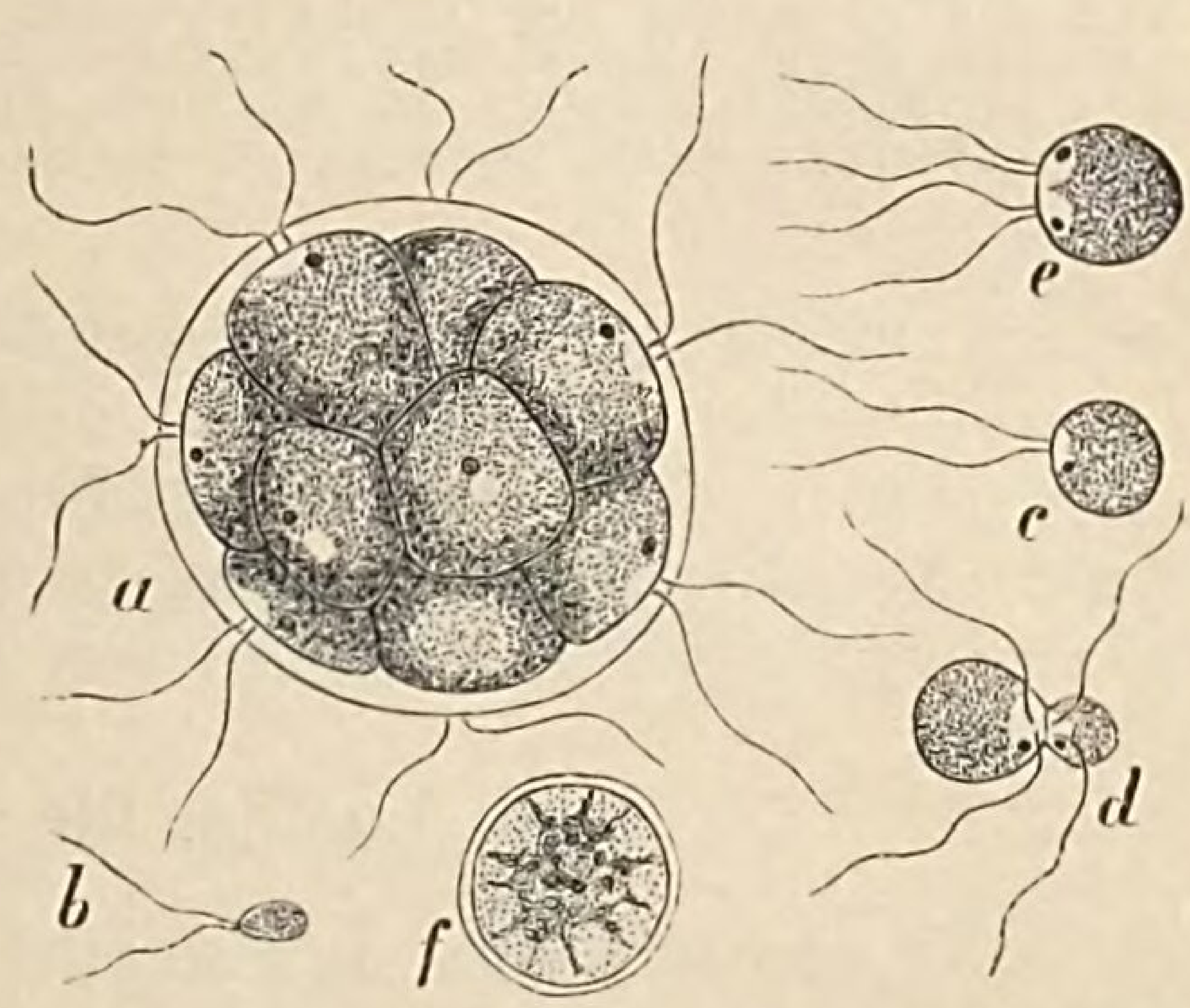


Fig. 9. *Pandorina morum.* *a* Schwärmende Kolonie. *b* u. *c* Schwärmzellen. *d* u. *e* zwei in Paarung begriffene Schwärmzellen und nach vollendeter Paarung. *f* Zygospore. Vergr. 500. (Luerssen.)

Die Bildung der Gamosporen (= Zygosporen) und der Oosporen soll an zwei Beispielen kurz erläutert werden. — Bei *Chlamydomonas pluvisculus* bilden sich aus jeder Zelle 8—16 membranlose, grössere und kleinere Gameten; diese schwärmen eine Zeit lang umher, es kopuliert je ein grosser mit einem kleineren, indem sie mit den geisseltragenden Enden zusammenstossen, worauf dann die Geisseln allmählich eingezogen werden, und die beiden Plasmakörper miteinander völlig verschmelzen. Darauf umgiebt sich das durch die Kopulation ent-

standene Gebilde — die Zygospore — mit einer starken Membran. — Bei *Volvox globator* (Fig. 10) dagegen finden wir in der Kolonie grosse, dunkelgrün gefärbte Eizellen und sehr auffallende Bündel von gelbgefärbten Spermatozoiden, welche beide aus den gewöhnlichen vegetativen Zellen sich gebildet haben. — Die Spermatozoiden werden frei, schwärmen

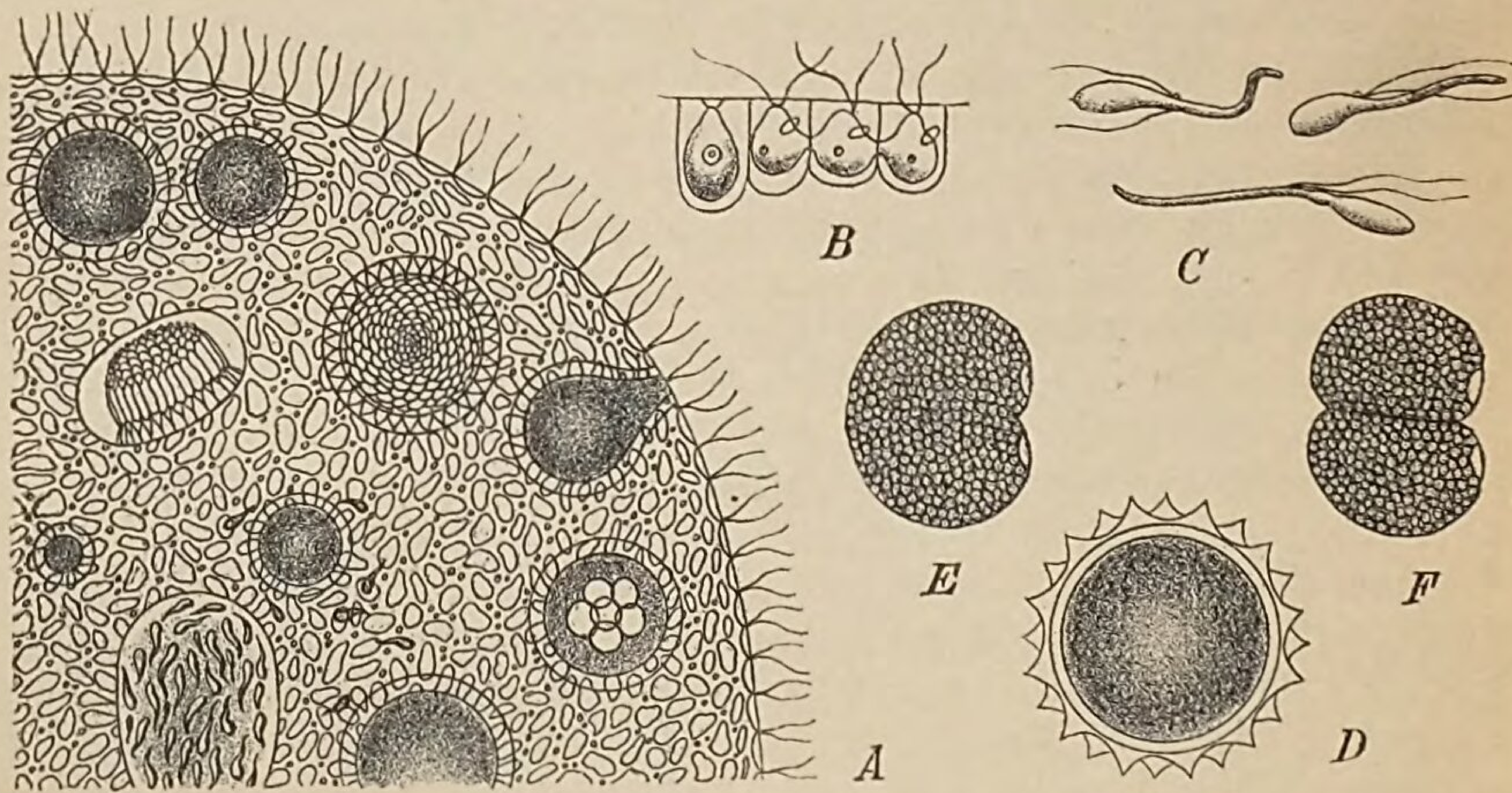


Fig. 10. *Volvox Globator.* *A* Viertel einer geschlechtlichen, hermaphroditischen Kolonie mit Eizellen und Spermatozoidenbündeln, teils von vorn, teils von der Seite gesehen ($^{250}/_{1}$); *B* 4 neutrale Zellen im optischen Radialschnitt gesehen; *C* Spermatozoiden, mit Jod getötet ($^{800}/_{1}$); *D* unreife Zygospore, das sternförmige Epispor ist fertig gebildet und das gallertige Endospor hat soeben seine Bildung begonnen. — *E–F Volvox aureus; F* keimende Zygospore mit gesprengtem Epispor und angeschwollenem Endospor, der Inhalt ist noch ungeteilt, doch hat sich bereits am vordersten Pol ein farbloser Fleck gebildet; *F* 3 Stunden später: die Zygospore hat bereits begonnen, sich zu teilen. (*A, B, C* nach Cohn; *E, F* nach Kirchner).

— mit zwei, ungefähr in der Mitte des farblosen Vorderendes sitzenden Cilien versehen — einige Zeit und befruchten die unbewegliche Eizelle, worauf dann die derbwandige, kurzstachlige Oospore gebildet wird. Nach der Keimung derselben wird durch fortgesetzte Teilungen wieder ein neues Individuum von der typischen Form.

5. Familie. Pleurococcaceae.

Vegetative Zellen unbeweglich. Schwärmer oder Gameten noch nicht beobachtet. Vermehrung durch fortgesetzte Zweiteilung. — Etwa 50 Arten sind bekannt, welche sich im süssen Wasser, auf feuchtem Boden, Baumstämmen finden. Am verbreitetsten ist die Gattung *Pleurococcus,* vor allem *Pl. vulgaris,* welcher häufig die Rinde der Baumstämme, besonders auf der Nordseite, mit einem dichten, grünen Ueberzug überkleidet. Diese Alge ist auch eine der häufigsten Flechtengonidien.

6. Familie. Protococcaceae.

Vegetative Zellen unbeweglich. Die Vermehrung geschieht nie durch Zellteilung. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung wird durch

Schwärmsporen mit 1 oder 2 Cilien bewerkstelligt, die geschlechtliche Fortpflanzung durch Kopulation schwärmender Gameten. Zellen meist frei, seltener mit einem Stiel festsitzend, frei voneinander, oder nur ganz lose miteinander verbunden, nie Kolonien bildend. — Etwa 80 Arten, meist im süssen Wasser und auf feuchtem Boden, sehr wenige im Meere. Ueber die ganze Erde verbreitet ist die Gattung *Chlorococcus,* vor allem *Chl. humicola* an Baumstämmen und auf feuchtem Boden; auch diese Arten treten häufig als Flechtengonidien auf. — *Halosphaera viridis* bildet grosse, kugelige Zellen mit zahlreichen Chlorophyllscheiben; sie ist im Meerwasser weit verbreitet, oft in grossen Tiefen. *Characium*, z. B. *Ch. subulatum* und *Ch. longipes,* auf Wasserpflanzen aufsitzend, mit zahlreichen Arten, meist im Süsswasser, selten im Meer, über die ganze Erde verbreitet.

7. Familie. Hydrodictyaceae.

Vegetative Zellen unbeweglich. Zellen ohne Zweiteilung. Die ungeschlechtliche Vermehrung geschieht durch Schwärmer mit 2 Cilien oder durch unbewegliche Zellen, welche sich innerhalb der Membran der Mutterzelle oder in einer Gallerthülle zu Kolonien von der Form der Mutterkolonie vereinigen. Die geschlechtliche Fortpflanzung erfolgt durch Kopulation schwärmender Gameten (wo bekannt!). Zellen stets zu bestimmt gestalteten — oft sehr charakteristischen — Kolonien (Coenobien) vereinigt. 30—40 Arten. — *Pediastrum* mit scheibenförmigen, oft sternförmig gestalteten Kolonien, in vielen Arten im Süsswasser über die ganze Erde verbreitet, z. B. *P. granulatum.* — *Hydrodictyon* mit Kolonien, die sich aus einer riesigen Anzahl grosser, meist zu 3 miteinander an den Enden verbundener Zellen zusammensetzen. Es entsteht hiedurch ein langgestrecktes, geschlossenes Netz, welches oft meterlang wird. Die einzige Art ist *H. utriculatum,* das *Wassernetz*, welches sich im Süsswasser Europas und Nordamerikas häufig findet.

2. Unterklasse. Confervales.

Einfache oder verzweigte Fäden, seltener ein- bis zweischichtige Flächen bildend, welche aus fest miteinander vereinigten Zellen mit einem oder mehreren Zellkernen zusammengesetzt sind.

8. Familie. Ulvaceae.

Thallus aus einer oder zwei, oft eine Röhre bildenden Lagen gleichartiger Zellen zusammengesetzt, von denen jede einen Zellkern enthält. Ungeschlechtliche Schwärmer. Geschlechtliche Fortpflanzung durch gleich grosse mit 2 Cilien versehene Gameten. — Etwa 70 Arten im süssen und salzigen Wasser. — *Monostroma bullosum*

ist im süssen Wasser weit verbreitet. — *Ulva latissima,* der „*Meersalat*“, findet sich im Meer- und Brackwasser sehr häufig. *Enteromorpha,* mit zahlreichen Arten über die ganze Erde verbreitet, in Süss- und Salzwasser; die gemeinste Art ist *E. intestinalis.*

9. Familie. Ulotrichaceae.

Meist unverzweigte Zellfäden, seltener, durch Längsteilung der Zellen, Zellflächen oder Zellkörper. Jede Zelle mit nur einem Zellkerne. Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Schwärmer mit 1 oder 4 Cilien. Vermehrung findet ausserdem durch Aplanosporen oder Akineten statt. Geschlechtliche Fortpflanzung durch gleich grosse oder nur ganz unbedeutend verschiedene, schwärmende Gameten. — Etwa 50 Arten, meist im Süsswasser oder Brackwasser, seltener im Meere. Häufig auch auf feuchtem Boden oder Steinen. — *Ulothrix* ist über die ganze Erde verbreitet, vor allem *U. zonata.* — *Hormidium parietinum* findet sich häufig auf feuchter Erde, Mauern, Steinen, oft aus dem fadenförmigen Zustand allmählich in den eines kraus gelappten Körpers übergehend, welcher früher für eine selbständige Form, *Prasiola crispa*, gehalten wurde. — *Conferva bombycina* in sehr vielen Formen weit verbreitet; der Chromatophor bildet häufig ein gelbliches Oel aus.

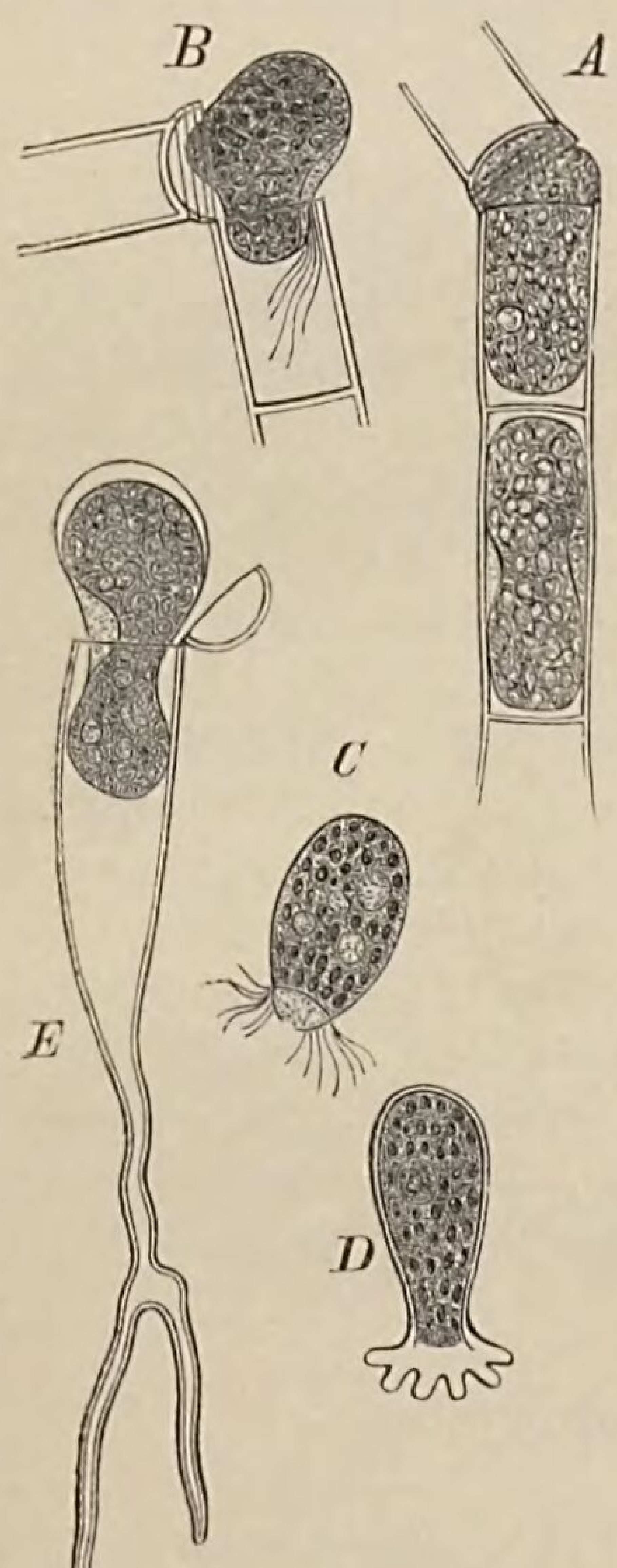


Fig. 11. *Oedogonium.* Ungeschlechtliche Fortpflanzung nach Pringsheim (300). — *A* und *B* Schwärmsporenbildung aus einem älteren Faden; *C* freie Schwärmspore; *D* keimende Schwärmspore nach dem Aufhören ihrer Bewegung; *E* eine Schwärmspore aus dem ganzen Inhalt eines Schwärmsporenkeimlings gebildet.

10. Familie. Chaetophoraceae.

Verzweigte, festsitzende, aufrechte oder in ihrer ganzen Ausdehnung kriechende Zellfäden, welche manchmal von einem festen Schleim umgeben sind, wodurch das Individuum eine bestimmte Form erhält. Jede Zelle mit 1 Kern. Ungeschlechtliche Schwärmer mit 2 oder 4 Cilien. Auch Akineten und Aplanosporen kommen vor. Geschlechtliche Fortpflanzung durch gleichartige Gameten mit 2 Cilien. Haarbildung findet sich häufig. Meist Epiphyten oder sogar Endophyten auf oder in anderen Algen. — Etwa 100 Arten im Süss- und Salzwasser, einzelne sind Luftalgen auf Steinen oder höher organisierten Lebewesen. —

Draparnaldia nur im Süsswasser über die ganze Erde verbreitet, z. B. *D. glomerata* und *D. plumosa.* *Chaetophora* im Süss-

(z. B. *Ch. elegans*) und Salzwasser (z. B. *Ch. maritima*) überall. — *Trichophilus* lebt endophytisch in den Haaren des Faultiers (*T. Welkeri*) oder auf Schneckenschalen (*T. Neniae*). — *Trentepohlia* ist mit zahlreichen Arten überall auf Rinde, Blättern, Steinen verbreitet, *T. Jolithus* verleiht häufig in Gebirgen ganzen Felsblöcken einen orangefarbigen glänzenden Ueberzug. Sie besitzt einen sehr deutlichen Veilchengeruch und ist deshalb als Veranlassung zur Bildung des Veilchensteins allgemein bekannt; *T. umbrina* häufig an alten Bäumen, auch als Flechtengonidie.

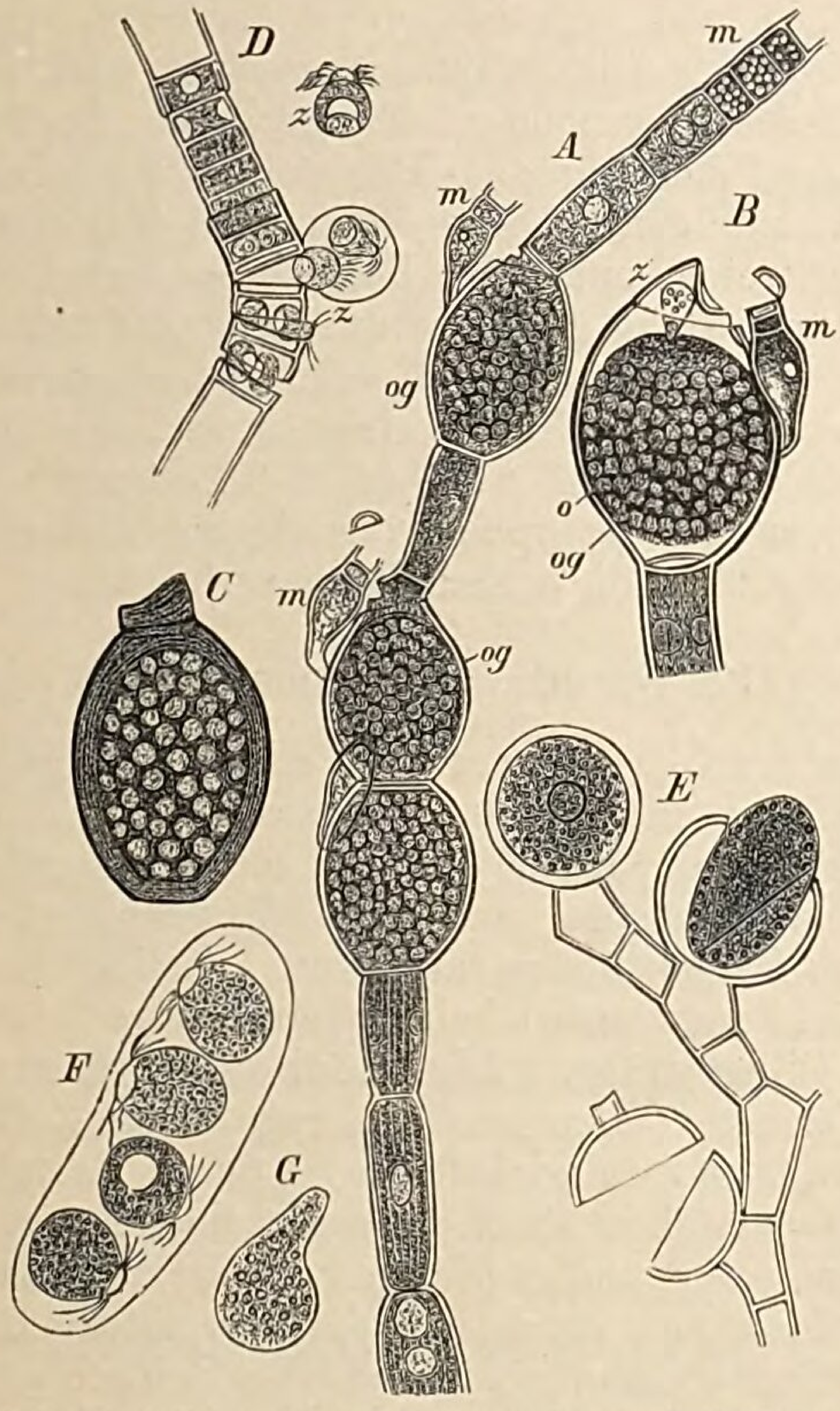


Fig. 12. Geschlechtliche Fortpflanzung der *Oedogoniaceen* nach PRINGSHEIM. — *A Oedogonium ciliatum*, mittlerer Teil eines geschlechtlichen Fadens (250), mit Antheridium *m* am oberen Ende, zwei befruchteten Oogonien, nebst dem Zwergmännchen (*m*); *B Oedogonium* im Augenblick der Befruchtung, *o* die Eizelle oder Oosphaere, *z* das Spermatozoid im Begriff einzudringen, *m* Zwergmännchen; *C* reife Oospore; *D* Stück eines männlichen Fadens von *Oedogonium gemelliparum*, *z* Spermatozoiden; *E* oogonientragender Ast einer überwinterten *Bulbochaete intermedia*, rechts mit austretender Spore, links unten nach Entleerung derselben; *F* die vier aus einer Oospore entstandenen Schwärmsporen; *G* zur Ruhe gekommene Schwärmspore aus einer Oospore.

II. Familie. Oedogoniaceae.

Zellfäden einfach oder verzweigt, in der Jugend festsitzend, jede Zelle mit 1 Kern. Die vegetativen Zellen bilden je einen Schwärmer, der an der Basis des Keimflecks einen Wimperkranz

aufweist (Fig. 11 *C*). Antheridien und Oogonien sind vorhanden. Die Antheridien sind meist flache, kurze, zu mehreren aufeinander folgende Zellen, von welchen jede 1 oder 2, dann übereinander liegende Spermatozoiden bildet (Fig. 12 *D*). Die Oogonien (Eizellen) sind durch ihre angeschwollene, fast kugelförmige Gestalt ausgezeichnet und liegen häufig ebenfalls zu mehreren übereinander. Die Spermatozoiden dringen durch ein meist seitlich an der Eizelle gebildetes Loch in der Membran ein und befruchten dieselbe (Fig. 12). Häufig werden aber auch „Zwergmännchen" ausgebildet. Diese entstehen aus kleinen Schwärmern, welche sich an das Oogon oder in dessen Nähe an den Faden ansetzen, sich mit einer Membran umgeben und entweder direkt zu einem Antheridium entwickeln oder zu einem kleinen wenigzelligen Faden auswachsen. Einige Zellen des letzteren bleiben vegetativ, während sich einige oder wenige — am Ende gelegene — zu Antheridien umbilden. Diese öffnen sich mit einem Deckel, die Spermatozoiden treten aus und befruchten die Eizelle. Bei der Keimung der Oospore (Fig. 12 *F*) werden sogleich 4 Schwärmer gebildet, welche, wenn sie zur Ruhe gekommen sind, zu neuen vegetativen Fäden auswachsen. — Etwa 180 Arten im süssen, seltener brackischen Wasser. — *Bulbochaete* (Fig. 12 *E*) (z. B. *B. setigera*) und *Oedogonium* (z. B. *Oe. ciliatum* und *Oe. gemelliparum*); beide Gattungen mit sehr zahlreichen Arten über die ganze Erde verbreitet.

12. Familie. Coleochaetaceae.

Thallus unregelmässig verzweigt oder meist polsterförmig oder scheibenförmig, aus dichotomisch verzweigten Zellfäden bestehend, welche oft dicht pseudoparenchymatisch zusammengedrängt sind. Die hieher zählenden Gewächse sind stets Wasserpflanzen, die anderen untergetauchten Gegenständen aufsitzen. Zellen nur mit 1 Kern. Die vegetativen Zellen entwickeln je eine Schwärmspore, die am Vorderende 2 Cilien trägt. Die Antheridien werden als kleine meist flaschenförmige Zellen von den vegetativen Zellen durch Querwände abgetrennt und entwickeln je 1 Spermatozoid mit 2 Cilien. Die Oogonien entstehen stets am Ende eines Astes. Sie schwellen stark kugelförmig an und verlängern sich zu einem engen Sack, welcher sich öffnet, und durch den die Spermatozoiden zu der einen ausgebildeten Eizelle gelangen. Nach der Befruchtung wachsen von der das Oogon tragenden Zelle zahlreiche Aeste hervor, welche sich eng um jenes legen und es zuletzt mit einer continuierlichen Rindenschicht umgeben. Bei der Keimung wird durch successive Teilungen eine kleine Zellscheibe gebildet, von der jede Zelle einen Schwärmer erzeugt. Dieser wächst dann wieder zur normalen Pflanze heran. — *Coleochaete* mit etwa 6 Arten im süssen Wasser über die ganze Erde verbreitet, z. B. *C. pulvinata*.

13. Familie. Cladophoraceae.

Thallus aus einfachen oder verzweigten Fäden bestehend, in der Jugend festsitzend. Jede Zelle mit zwei oder mehreren Zell-

kernen. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung erfolgt durch Schwärmer mit 2 oder 4 Cilien; auch Akineten kommen vor. Geschlechtliche Fortpflanzung durch gleichartige Gameten, welche mit 2 Cilien versehen sind. — Mehr als 300 Arten, sowohl im süssen wie salzigen Wasser; fast alle Arten und Gattungen sind sehr weit verbreitet. — *Chaetomorpha* überall von den Polen bis zum Aequator, vor allem *Ch. Linum*. — *Cladophora* mit 200—300 Arten über die ganze Erde verbreitet. *C. glomerata* und *C. fracta* sind sehr gemein; letztere erfüllt oft ganze Tümpel und bildet nach dem Austrocknen eine watteartige Fasermasse (Wiesenmatte, Wiesentuch).

14. Familie. Sphaeropleaceae.

Thallus aus unverzweigten, stets freischwimmenden Zellfäden bestehend. Zellen langgestreckt, vielkernig. Ungeschlechtliche Schwärmer werden nie gebildet. Sämtliche vegetativen Zellen können ohne Formänderung zu Geschlechtszellen, Antheridien oder Oogonien werden, dabei können die einzelnen Fäden bald monöcisch, bald diöcisch sein. In den Antheridien bilden sich sehr grosse Mengen von langgestreckten, mit 2 Wimpern versehenen Spermatozoiden, welche durch kleine Löcher in der Membran ins Freie gelangen. Eizellen (Oosphaeren) werden ebenfalls in den Oogonien in grösserer Zahl gebildet. Letztere öffnen sich mit kleinen Löchern, durch welche die Spermatozoiden einschlüpfen und die Eizellen befruchten. Oosporen mit starker Membran umgeben und mit ziegelrotem Inhalt. Bei der Keimung entstehen aus jeder 1—8 Schwärmer mit 2 Cilien. Manchmal — wenn keine Befruchtung stattgefunden hat — erfolgt eine parthenogenetische Entwickelung der Eizellen. — Nur 1 Art, Sphaeroplea annulina im süssen Wasser in Europa.

3. Unterklasse. Siphonales.

Zellen stets mit Spitzenwachstum, mit mehreren bis vielen Zellkernen, einfach oder verzweigt, im vegetativen Zustand sehr selten mit Querwänden.

15. Familie. Botrydiaceae.

Thallus im vegetativen Zustande einzellig, keulenförmig, mit einem dünneren, einfachen, am Grunde verzweigten, wurzelähnlichen Ende (Rhizoiden). Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Schwärmer; auch Aplanosporen kommen vor. Geschlechtliche Fortpflanzung durch gleichartige Gameten. 7—8 Arten. — *Codiolum bursa* im Meerwasser. — *Botrydium*, mit der einzigen Art *Botr. granulatum* meist in grosser Menge zusammen auf feuchtem, gewöhnlich lehmigem Boden, über die ganze Erde verbreitet. Diese auch in unseren Klimaten häufig auftretende Alge ist imstande, sich in ganz aussergewöhnlicher Weise ihren äusseren Lebensbedingungen anzupassen. Gewöhnlich findet sich die Pflanze als ein

etwa stecknadelkopfgrosses, dunkelgrünes Bläschen, welches mit dem farblosen, verzweigten, wurzelähnlichen Fortsatz in der feuchten Erde festsitzt. Bei reichlicher Bewässerung bildet sie Schwärmer, welche durch ein Loch aus dem Bläschen austreten und nach einer gewissen Zeit zur Ruhe kommen. Im Falle ungenügender Bewässerung oder starker Insolation dagegen werden Aplanosporen gebildet oder das Plasma wandert in die Rhizoiden aus. Von letzteren aus werden dann bei reichlicher oder geringerer Bewässerung Schwärmer, normale Pflänzchen und kleine, nur wenig gegliederte Pflänzchen (Hypnosporangien) hervorgebracht, welch' letztere lange Zeit hindurch im

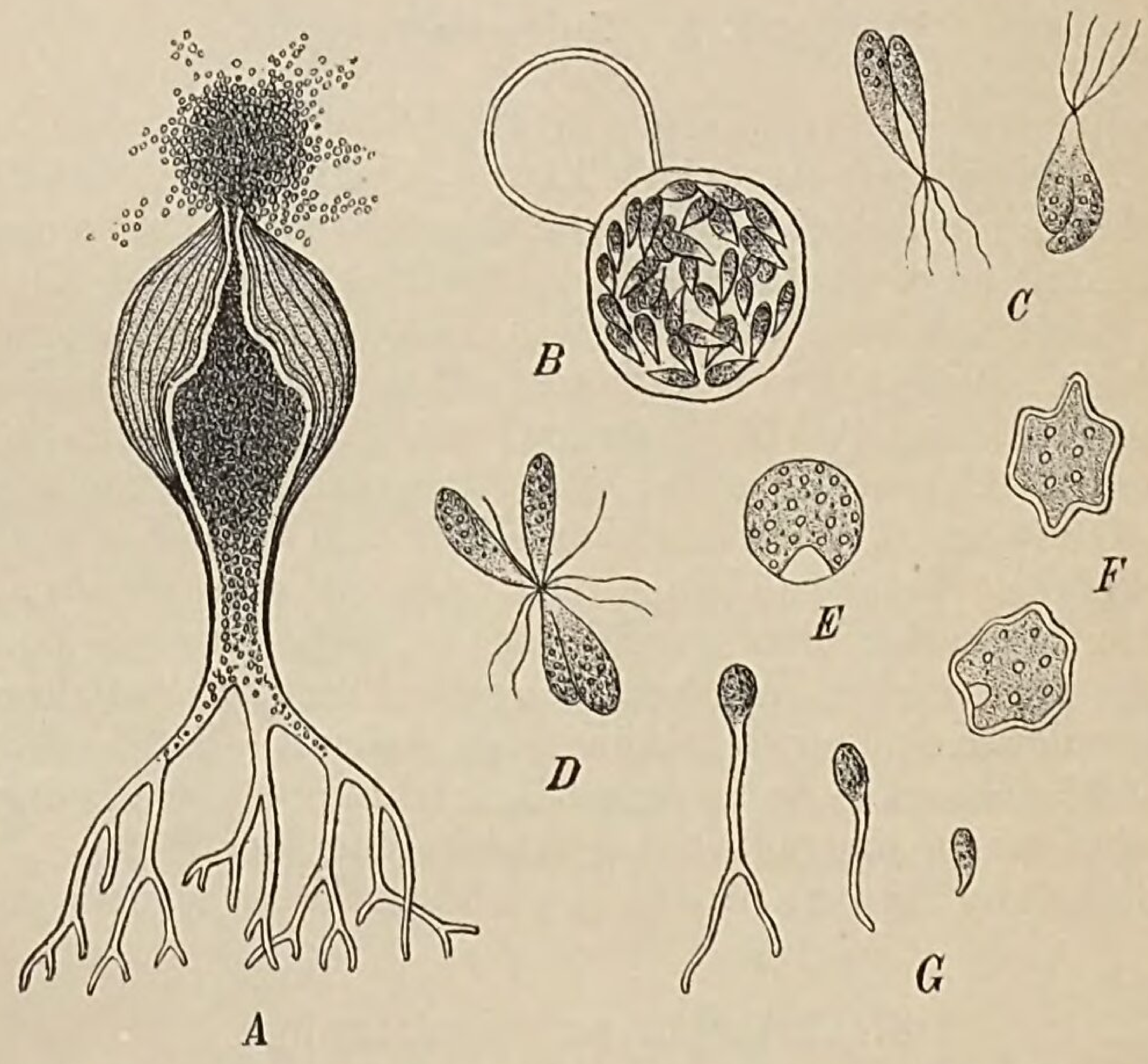


Fig. 13. *Botrydium granulatum.* *A* eine Pflanze, welche Schwärmsporen gebildet hat und austreten lässt; *B* die Gameten im Ausschwärmen begriffen; *C, D* verschiedene Kopulationsstadien; *E, F* Zygosporen in verschiedenen Entwickelungsstadien; *G* junge Individuen, die durch Keimung der Zygosporen entstanden sind. (Nach Rostafinski und Woronin. *A* 20/1; das übrige stärker vergrössert).

völlig trockenen Zustand auszuhalten vermögen, bei Wasserzutritt aber dann wieder Schwärmer entwickeln. Gameten werden gewöhnlich bei genügender Anwesenheit von Wasser gebildet, nachdem das Bläschen meist eine rote Färbung angenommen hat. Schwärmer und Gameten besitzen 2 Cilien.

16. Familie. Bryopsidaceae.

Vegetativer Thallus reich verzweigt, stets einzellig, mit wurzelähnlichen Fortsätzen (Rhizoiden) und begrenzten oder unbegrenzt fortwachsenden, oft durchaus blattähnlichen Seitenästen. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung ist unbekannt; die geschlechtliche ge-

schieht durch kleine, braune, männliche und grössere, grüne, weibliche Gameten, welche beide in kurzen, mit begrenztem Wachsthum versehenen Seitenästen (Gametangien) zur Entwickelung gelangen. — Ungefähr 25 Arten im Meere, am häufigsten *Bryopsis plumosa*. —

17. Familie. Vaucheriaceae.

Vegetativer Thallus einzellig oder unregelmässig oder dichotomisch verzweigt, ohne Differenzierung in Stamm und Blätter; dagegen oft Rhizoiden erzeugend. Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Schwärmer, welche in den durch eine Querwand abgetrennten Astspitzen gebildet werden. Auch Akineten und Aplanosporen treten auf. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Antheridien und Oogonien, welche sich beide vom Thallus durch Querwände abgrenzen. In ersteren werden sehr viele mit 2 Cilien versehene Spermatozoiden gebildet, in letzteren eine einzige Eizelle. — Nur die eine Gattung *Vaucheria* mit etwa 25 Arten (z. B. *V. sessilis* und *V. dichotoma*) im süssen und brackischen Wasser, auch auf feuchtem Boden, über die ganze Erde verbreitet.

18. Familie. Caulerpaceae.

Thallus gegliedert in „Wurzel", „Stamm" und „Blätter", stets einzellig, einen einzigen Schlauch bildend. Zellraum durchzogen von sehr zahlreichen ausstützenden Zellstoffbalken. Ungeschlechtliche und geschlechtliche Fortpflanzung unbekannt. Vermehrung durch Loslösung einzelner Thallusteile. — Nur eine Gattung, *Caulerpa*, mit etwa 75 Arten in den tropischen und subtropischen Meeren (z. B. *C. crassifolia* und *C. verticillata*).

19. Familie. Dasycladaceae.

Thallus aus einer axilen, langgestreckten, ungegliederten Zelle bestehend, mit Rhizoiden, akropetal Quirle von gegliederten, einfachen oder verzweigten Seitenstrahlen mit begrenztem Wachstum hervorbringend. Die fertilen Seitenstrahlen entwickeln entweder direkt Gameten oder Aplanosporen, die sich später zu Gametangien umbilden. Ungeschlechtliche Fortpflanzung unbekannt. Etwa 20 Arten in tropischen und subtropischen Meeren; 1 Art, *Acetabularia mediterranea*, mit schirmartigem oder pilzhutförmigem Thallus, noch im Adriatischen Meer. — Sie sind in fossilem Zustande von Bedeutung insofern, als die in der alpinen Trias ganze Felsmassen zusammensetzenden *Diplopora annulata* und *Gyroporella vesiculifera* sehr glücklich mit *Cymopolia barbata* (in Westindien und noch als Seltenheit an der spanischen Küste lebend) verglichen worden sind. Jene sind cylindrische, kalkige Röhren mit oder ohne innere Kerne, die von senkrechten, aussen stets offenen oder bedeckten Kanälen durchbrochen werden. Nicht minder scheinen die einem Damenbrettstein oder Encrinusstielglied ähnlichen, in der

Mitte von einem weiten Kanale durchstossenen, innen hohlen und gleichfalls von Röhrchen perforierten Körper aus dem Eocän von Paris zu den Dasycladaceen zu gehören, die man *Uteria Encrinella* genannt hat.

3. Klasse. Charales. Armleuchtergewächse.

In ihrem Habitus erinnern sie oft an Schachtelhalme. Sprossachse mit längeren und kürzeren Gliedern. Erstere aus einer einzigen Zelle bestehend oft bis 20 cm lang, bei der Gattung *Chara* durch zahl-

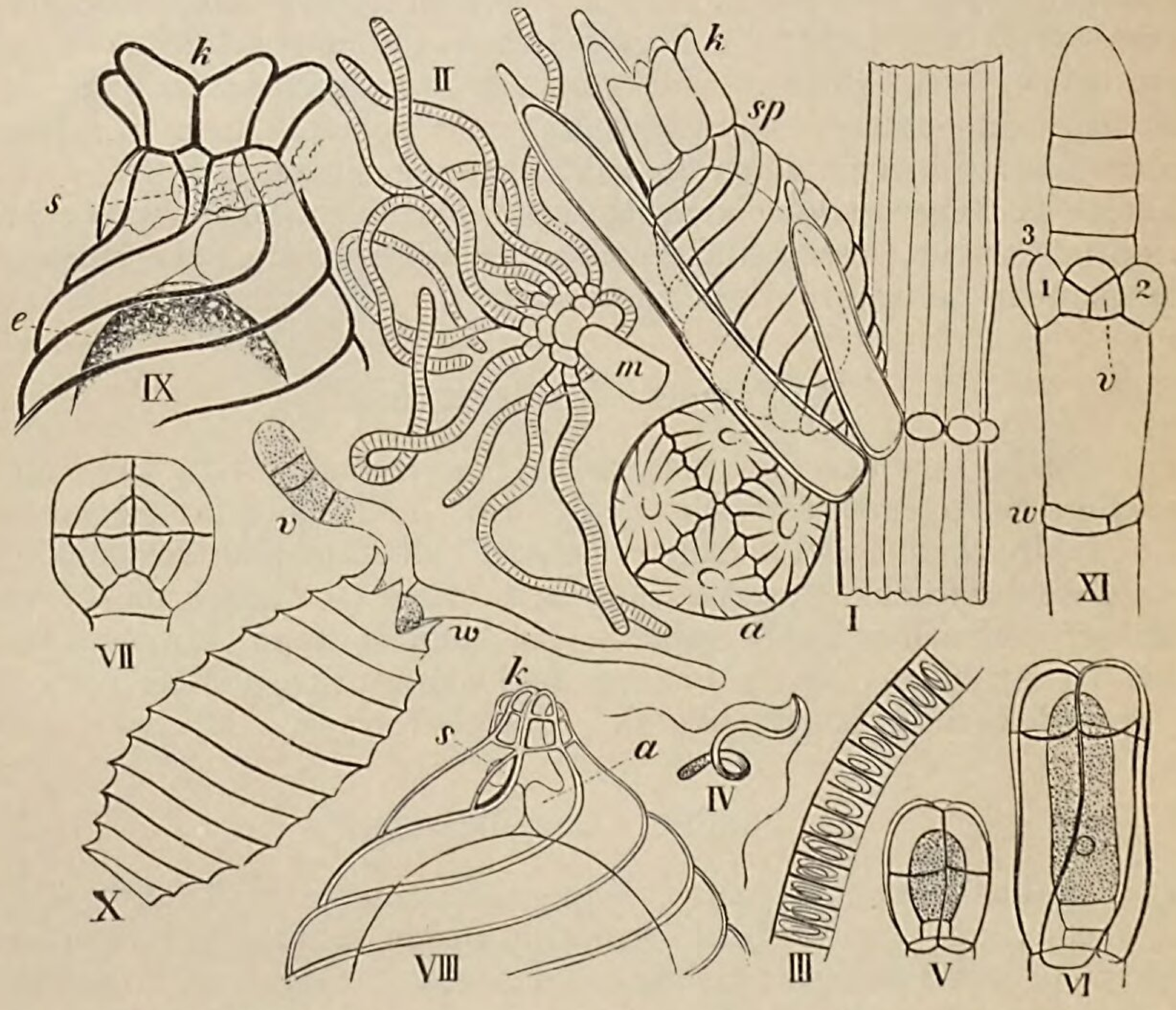


Fig. 14. *I* Gliederzelle von *Chara fragilis* mit Eiknospe *sp* (*k* deren Krönchen) und Antheridium *a* (Vergr. cr. 50). — *II* Manubrium mit den Antheridienschläuchen (Vergr. 100). — *III* Stück eines Antheridienschlauches mit reifen Spermatozoiden (Vergr. cr. 300). — *IV* Spermatozoid (Vergr. 500) — *V* und *VI* junge Eiknospen von *Ch. foetida* (Vergr. 140). Nach de Bary. — *VII* junges Antheridium im optischen Längsschnitt (Vergr. 200). — *VIII* oberer Teil der befruchtungsfähigen Eiknospe von *Nitella tenuissima* (Vergr. 140) und *IX* solcher von *Chara foetida* (Vergr. cr. 70). Nach de Bary: *s* die Spalte zwischen den Rindenschläuchen, *k* Krönchen, *a* innere Vorsprünge der Rindenschläuche, *e* Ei. — *X* Keimende Oospore von *Chara crinita* (Vergr. cr. 80). Nach de Bary: *v* Vorkeim, *w* Primärwurzel. — *XI* oberer Teil des Zweigvorkeimes von *Chara fragilis* (Vergr. 170). Nach Pringsheim: *v* Knospe für die junge Pflanze, *w* Wurzelknoten und *1—2* „Blätter" des Vorkeims nach der Reihenfolge ihrer Entstehung. (Luerssen.)

reiche haarartige, von den kürzeren (Knoten-) Gliedern ausgehende, dichtanliegende Zweige wie mit einer rindenartigen Schicht überzogen (vergl. Fig. 14). Von den Knotengliedern gehen Quirle von begrenzten, einzelligen Strahlen („Blätter") aus, an denen, oder in deren Achseln die geschlechtlichen Fortpflanzungsorgane zur Entwickelung gelangen.

Die kugeligen Antheridien bestehen aus acht peripherisch liegenden, roten, flachen Schildern, denen innen je ein kurzer Träger (Manubrium) aufsitzt, welcher wieder eine grössere Zahl (24) von farblosen, in zahlreiche (100—225) kurze Zellen geteilten, fadenförmigen Schläuchen trägt. Jede dieser Zellen erzeugt ein schraubenförmiges, mit 2 langen Cilien versehenes Spermatozoid. Bei der Reife derselben drängen sie die Schilder auseinander und schlüpfen aus den Antheridienzellen hervor. — Die Eizellen werden von fünf schlauchförmigen, spiralig gewundenen Hüllzellen oder Strahlen berindet, welche häufig an der Spitze der ovalen oder eiförmigen Eizelle ein Krönchen bilden. Die das Krönchen zusammensetzenden Zellen treten bei der Reife der Eizelle auseinander, oder aber das ganze Gebilde fällt ab, so dass die Spermatozoiden zur Eizelle freien Zutritt haben. Nach der Befruchtung der Eizelle entsteht eine reich mit Stärke angefüllte Oospore. Bei der Keimung derselben wird zuerst ein Vorkeim gebildet, aus dessen einzigem Blattquirle durch seitliche Knospenbildung die definitive geschlechtliche Pflanze sich entwickelt. — Vegetative Vermehrung häufig durch Wurzel- und Stengelknöllchen, welche sehr reich an Stärke sind. Einzelne Arten (*Chara crinita*) vermögen parthenogenetisch ihre Oosphaeren zur Entwickelung zu bringen, wenn dieselben nicht befruchtet worden sind. — Die langen Zellen der Achse, besonders der unberindeten Arten sind ganz besonders gut geeignet, die Strömung des Plasmas zu zeigen. —

20. Familie. Characeae.

Die einzige Familie der Reihe mit etwa 160 Arten im Süss- und Brackwasser über die ganze Erde verbreitet.

A. Fruchtkrönchen aus zweizelligen Hüllspitzen gebildet: *Nitelleae.* Hierher *Nitella,* mit stets unberindetem Stengel; *N. flexilis* ist eine der häufigsten Arten.

B. Fruchtkrönchen aus einzelligen Hüllspitzen gebildet: *Chareae.* Hierher *Chara,* mit meist berindetem Stengel; *C. foetida* und *C. fragilis* sind die gemeinsten Arten unserer süssen Gewässer. — Fossil treten die Oosporen der Charen bereits im Jura auf (*Ch. Bleicheri*); im Tertiär von Paris sind sie häufig (*Ch. medicaginula*); ganz besonders reich an Formen, die zu mehreren ausgestorbenen Gattungen gehören, ist das Tertiär der Umgebung von Görz.

4. Klasse. Phaeophyceae *(Fucoideae).* Braunalgen.

Algen, in deren Chromatophoren das Chlorophyll durch einen braunen Farbstoff (Phycophäin) verdeckt ist. Fortpflanzung ungeschlechtlich oder geschlechtlich, alle Schwärmer (geschlechtliche und ungeschlechtliche) monosymmetrisch mit zwei seitlich eingefügten Wimpern, deren eine bei der Bewegung vorwärts, die andere rückwärts gerichtet ist. Tetragonidien oder Spermatien kommen nie vor.

1. Unterklasse. Phaeosporeae.

Fortpflanzungsorgane äusserlich, aus oberflächlichen Teilen des Vegetationskörpers auswachsend oder durch Umbildung von Aussenzellen entstehend.

21. Familie. Ectocarpaceae.

Thallus sehr verschieden ausgebildet, aber nie in wurzelartige oder blattartige Teile gegliedert. Planogameten (schwärmende Gameten) in ein- oder mehrfächerigen Sporangien gebildet, sämtlich gleich gross, ohne Geschlechtsunterschied, beweglich. —

Eine sehr grosse und in viele Gruppen gegliederte Familie, welche auch häufig als eigene Familien angesehen werden. Mit wenigen Ausnahmen im Meer, von den Polarmeeren bis zu den tropischen Gewässern, bilden sie meist den Hauptbestandteil der Strandvegetation des Meeres. — Von den Gruppen sollen nur die wichtigsten hier besprochen werden.

a) *Sphacelarieae.* Die Fortpflanzungsorgane (Sporangien) treten an der Stelle von Auszweigungen des Vegetationskörpers auf; sie sitzen den Stielen eines scheibenförmigen Gewebekörpers direkt auf oder sind seitenständig an assimilirenden, einer solchen Basalscheibe entspringenden, aufrechten Achsen entwickelt. Letztere durch Teilungen einer Scheitelzelle wachsend, die dadurch abgeschiedenen Segmente zerfallen durch Quer- und Längsteilungen in mehr oder weniger geteilte Gewebecylinder. Etwa 30 Arten im Meerwasser. *Sphacelaria* (z. B. *Sph. cirrhosa, Cladostephus* (z. B. *Cl. verticillatus*).

b) *Choristocarpeae.* Verzweigte, einreihige Zellfäden, welche mittels einer Scheitelzelle wachsen. Die dadurch abgeschiedenen Segmente teilen sich nicht weiter; sonst wie die vorige Gruppe. — 4 Arten, meist im Meere, *Pleurocladia lacustris* dagegen ist eine der wenigen Braunalgen des süssen Wassers, die auf im Wasser befindlichen Gegenständen der Landseen (Schilfhalmen) Norddeutschlands wächst.

c) *Ectocarpeae.* Einfache oder verzweigte Zellfäden, welche einem kriechenden Zellfaden oder einer basalen Zellscheibe entspringen. Selten nur eine horizontal ausgebreitete Zellscheibe. Fäden nie durch eine Scheitelzelle, sondern durch intercalare Zellteilungen sich verlängernd. Gametangien einfächerig oder mehrfächerig. Etwa 60 Arten im Meere, *Ectocarpus,* besonders reich in der Nord- und Ostsee vertreten, z. B. *E. littoralis, E. confervoides* u. s. w.

22. Familie. Laminariaceae.

Thallus gegliedert in wurzel-, stengel- und blattähnliche Gebilde und ausserordentlich mannigfach gestaltet, anfangs überall intercalar wachsend, später in Vegetationszonen, die an ganz bestimmten Punkten gelegen sind; durch sie werden die absonderlichen Formen mancher Arten herbeigeführt. Sporangien stets

einfächerig, in grossen Mengen auf der Thallusoberfläche zusammensitzend und oft dieselbe fast ganz bedeckend; die Gameten sind

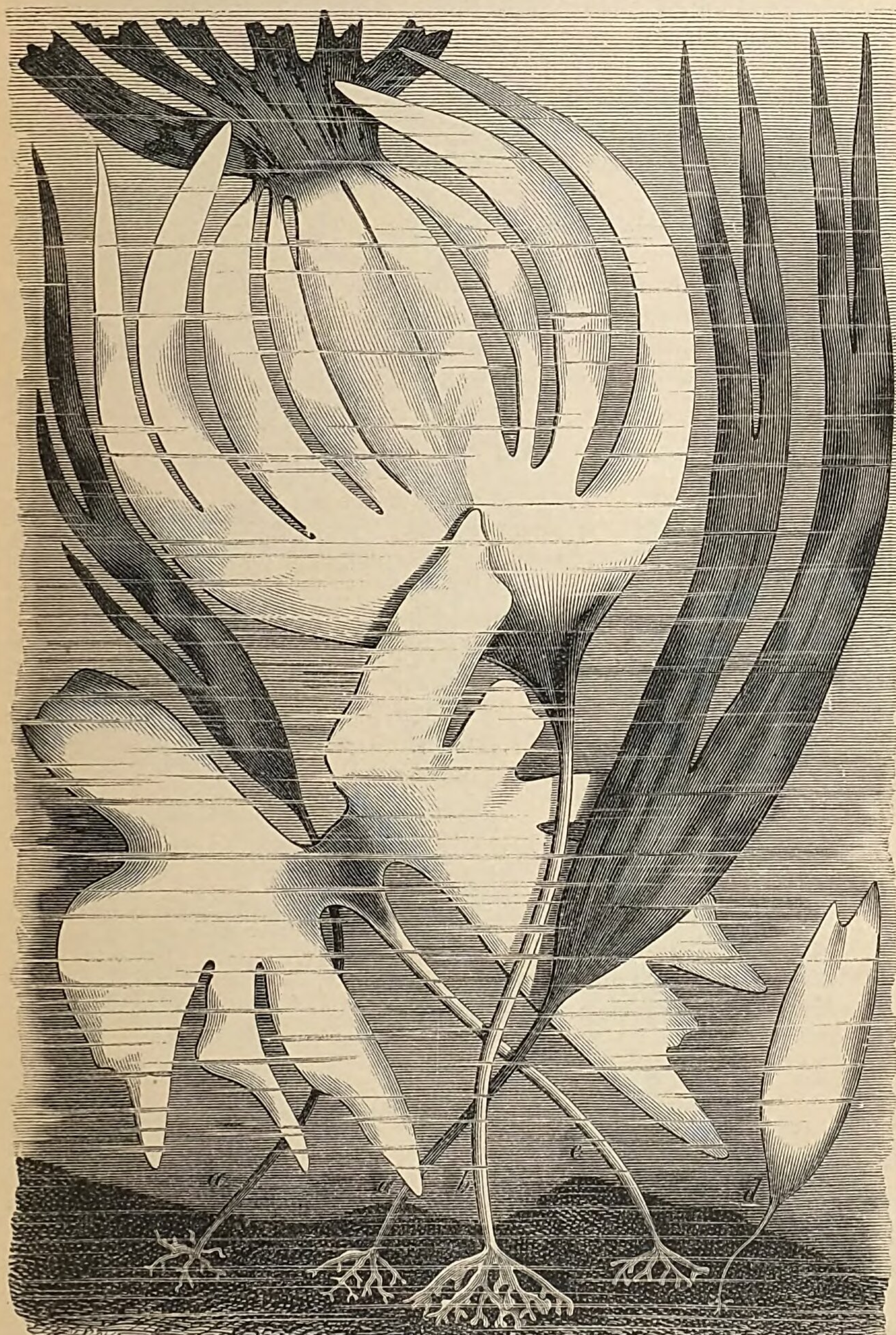


Fig. 15. *Laminaria digitata.* *a* Var. *stenophylla* (= L. digitata vera), *b* und *c* die als *L. Cloustonii* unterschiedene Form, *d* junge Pflanze der letzteren, *a*—*c* verkleinert, *d* in natürlicher Grösse. (Luerssen.)

alle gleich gross und beweglich. — Etwa 50 Arten, alle im Meer. Es gehören hieher die grössten Pflanzen, welche man überhaupt kennt. *Laminaria* mit zahlreichen Arten, hauptsächlich in den kälteren Meeren. Sehr verbreitet ist vor allem *L. digitata*. Die in nordischen Meeren verbreitete *var. Cloustonii* liefert die besonders früher in der Chirurgie häufig angewendeten *Stipites Laminariae*. Die stammähnlichen Teile ihres sehr schleimreichen Thallus behalten nach erfolgtem Eintrocknen und Einschrumpfen die Fähigkeit, bei Feuchtigkeitszusatz allmählich sehr stark zu quellen und können so dazu dienen, Wunden zu erweitern u. s. w. — *L. saccharina* ist ziemlich reichlich zuckerhaltig und wird deshalb an den Küsten der Nord- und Ostsee häufig zur Bereitung eines Syrups verwendet. — *Macrocystis*, besonders in der Art *M. pyrifera* in den antarktischen Meeren sehr verbreitet, wird bis 300 m lang und bildet bei massenhaftem Auftreten unterseeische Wälder, deren Individuen an Höhe nicht bis zur Hälfte von Pflanzen des Festlandes erreicht werden.

23. Familie. Cutleriaceae.

Spross aufrecht oder flach horizontal. Sporangien in Menge fleckenweise (Sori) auf dem Thallus, einfächerig, direkt aus den Rindenzellen hervorwachsend; oder mehrfächerig, an gegliederten Seitenfäden. Letztere sind verschieden; kleinere, zahlreich entwickelte und mit kurzen Zellen versehene bilden kleine männliche Mikrogameten, grössere, spärlicher ausgebildete und durch grössere Zellen ausgezeichnete dagegen die grossen weiblichen Makrogameten; beide Arten von Gameten sind beweglich. 20—30 Arten im Meere. — *Cutleria* (z. B. *C. multifida*), *Zanardinia* (z. B. *Z. collaris* im Mittelländischen Meer und im Indischen Ozean.

24. Familie. Tilopteridaceae.

Thallus fadenförmig. Morphologisch von hohem Interesse, weil hier die kleinen männlichen Gameten lebhafte Bewegung zeigen, die grösseren weiblichen dagegen nicht aktiv beweglich sind. Sie bilden auf diese Weise den Uebergang zu der 2. Unterklasse. — Im Meer. — *Tilopteris*, z. B. *T. Mertensii* auf Felsen.

2. Unterklasse. Cyclosporeae.

Die Fortpflanzungsorgane, Antheridien und Oogonien, liegen im Innern von Konceptakeln, d. h. von Behältern, die durch ein starkes Wachsthum der Rindenscheibe gleichsam überwölbt sind und so unter die Sprossoberfläche zu liegen kommen.

25. Familie. Fucaceae.

Die einzige ziemlich grosse Familie. — Der Thallus ist sehr verschieden gestaltet, stets lederartig, pseudoparenchymatisch, d. h.

dadurch, dass die den Spross zusammensetzenden Fäden sehr fest zusammenschliessen, erinnert der Bau stellenweise an das Gewebe einer höheren Pflanze; häufig sind Schwimmblasen entwickelt, die einen sehr starken Auftrieb der Pflanze herbeiführen (Fig. 16). Antheridien und Oogonien kommen entweder in denselben Konceptakeln vor oder sie finden sich getrennt auf verschiedenen Individuen (monöcisch-diöcisch) (vergl. Fig. 17). Antheridien in grosser Menge an stark verzweigten Fäden entstehend, zahlreiche, gelbe, birnförmige Spermatozoiden hervorbringend. Oogonien gross, dunkelbraun, oval, kurzgestielt, 2, 4 oder 8 Eizellen (Oosphaeren) entwickelnd. Letztere treten aus dem Oogon und dem Conceptaculum aus, werden durch die zahlreichen, umherschwärmenden Spermatozoiden in eine rotirende Bewegung versetzt und befruchtet. Sie setzen sich an irgend einem Körper fest, umgeben sich hierauf mit einer Zellhaut und wachsen sofort zu neuen Pflanzen aus. — Es ist gelungen, auf künstlichem Wege Bastarde zwischen verschiedenen Arten hervorzubringen. — Etwa 20 Arten, sämtliche im Meer, oft in riesigen Mengen. *Ascophyllum nodosum* in nördlichen Meeren. — *Fucus vesiculosus* (Fig. 16) und *F. serratus*, welche sich in den nordischen

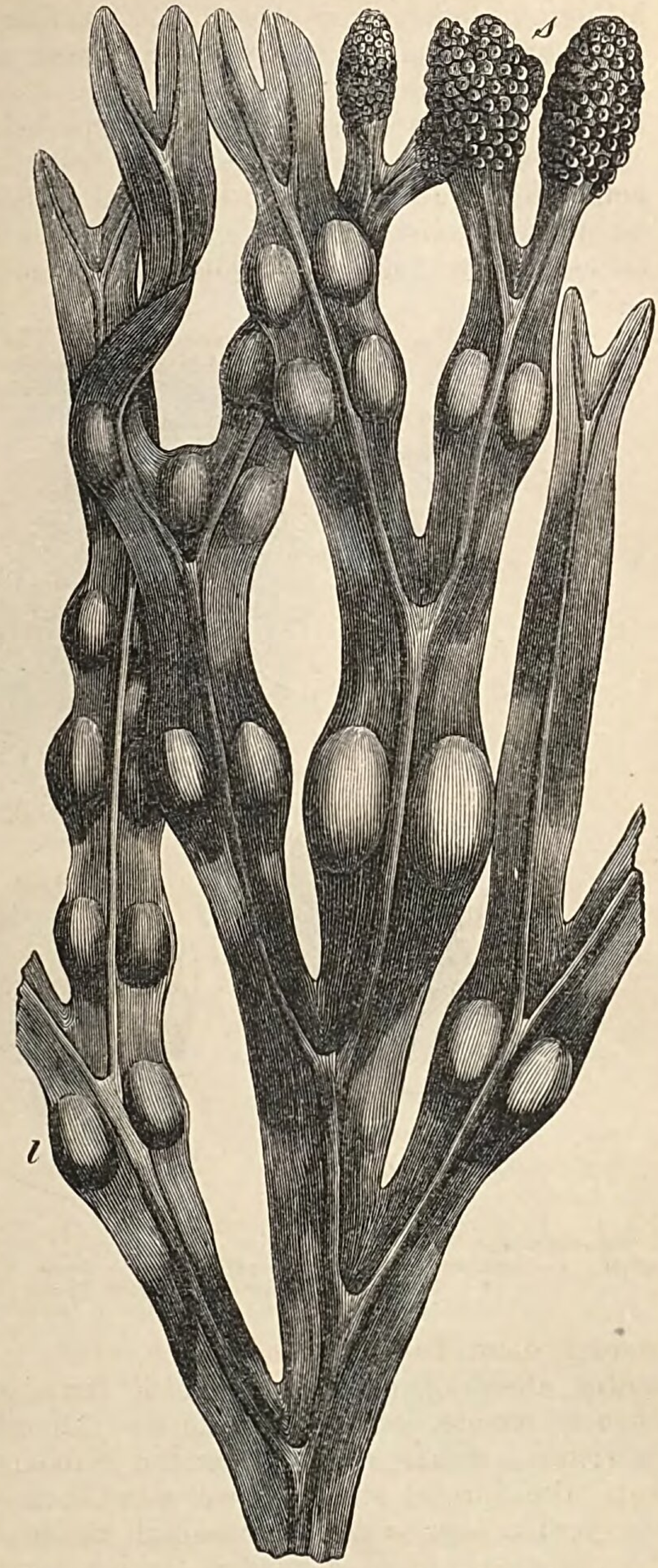


Fig. 16. *Fucus vesiculosus*. Ein Ast der Pflanze in natürlicher Grösse. *l* Lufthöhlen im Gewebe, *s* Fruktifikationsorgane. (LUERSSEN.)

Meeren, besonders in der Nähe der Küsten überall finden, bieten nicht unbedeutenden Nutzen. Man gewinnt aus ihnen reichlich Soda (sogenannte Tangsoda oder Kelp, Varek, die sehr wichtig zur Glasbereitung geworden ist), und vor allem Jod, welches sie in ziemlicher Menge aus dem dasselbe nur sehr spärlich enthaltenden Meerwasser aufzuspeichern vermögen. — *Sargassum*, vor allem *S. bacciferum*, heimisch an den Küsten des mexikanischen Golfes, wird durch die Gewalt des Golfstromes von den Standorten losgerissen und dem Atlantischen Ozean zugeführt. Durch verschieden gerichtete Strömungen

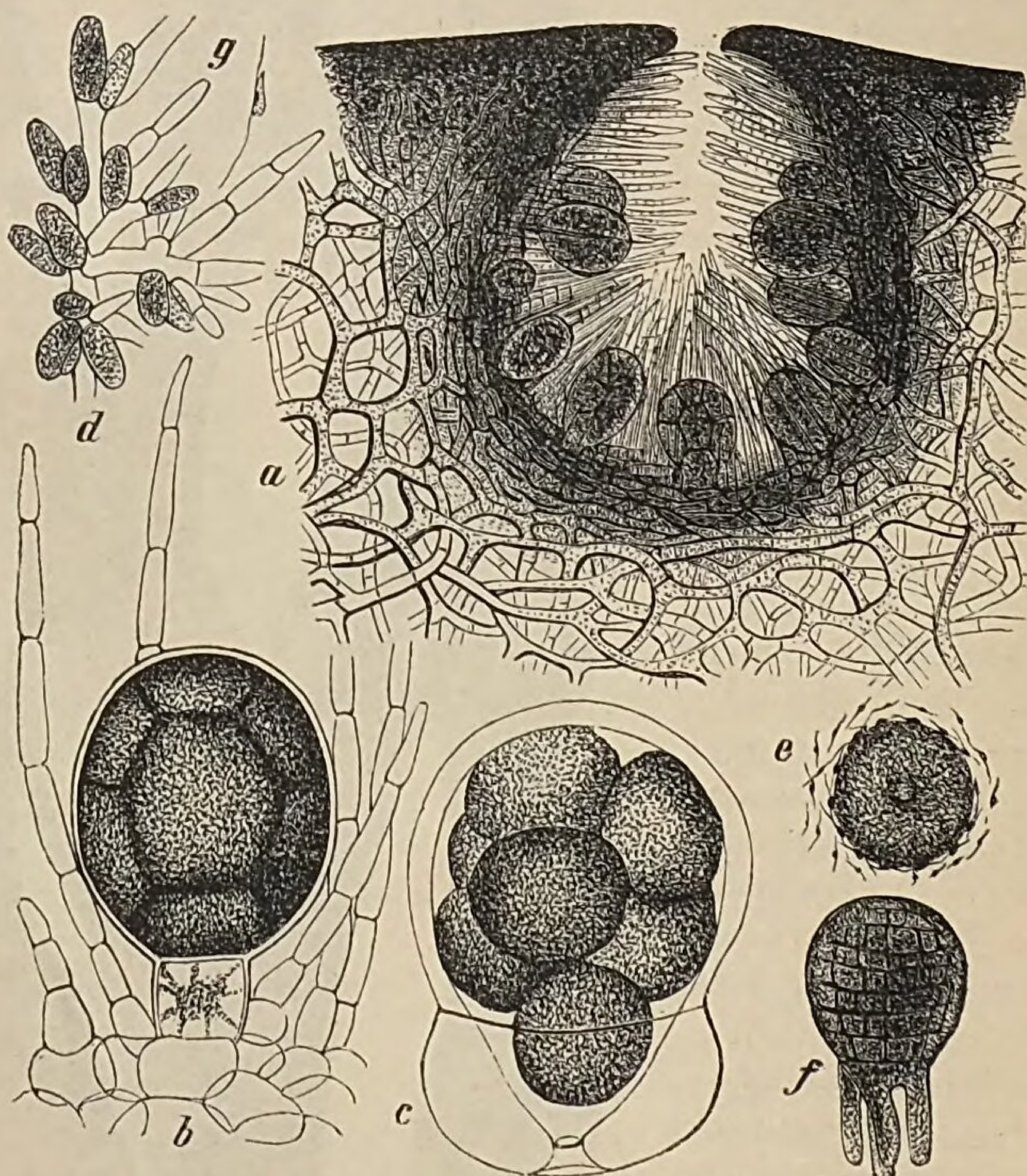


Fig. 17. *Fucus vesiculosus*. *a* Längsschnitt durch das weibliche Conceptaculum (Vergr. 50). *b* Oogonium und Paraphysen, Beginn der Eibildung. *c* Sich öffnendes Oogonium. *d* Antheridien. *e* Ei mit anhängenden Spermatozoiden. *f* Junge Pflanze. (*b*–*f*: Vergr. 160.) *g* Spermatozoid (Vergr. 350). Nach Thuret. (Luerssen.)

werden diese Tange, welche sich noch sehr lange Zeit lebend erhalten, allerdings bei weitem nicht in den ungeheuren Mengen, wie man ehedem meinte, in jene Gegend des Atlantischen Ozeans zusammengetrieben, welche nach ihnen den Namen Sargassomeer erhalten hat. Die Sprosse sterben zwar allmählich ab und sinken zu Boden, sie werden aber stets wieder durch neuen Zutrieb ergänzt.

5. Klasse. Dictyotales.

Brauntange, aber sämtliche Fortpflanzungszellen unbeweglich. Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Tetragonidien.

26. Familie. Dictyotaceae.

Die einzige Familie der Klasse. — Thallus häutig, flach, mit deutlichem und sehr instruktivem Scheitelwachstum. Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Sporangien mit 2 oder 4 unbeweglichen Gonidien. Die geschlechtliche Fortpflanzung geschieht durch Antheridien und Oogonien. Erstere in Gruppen zusammen entstehend, bringen zahlreiche bewegungslose Spermatien hervor. Oogonien mit je einer Oosphaere. — Alle leben im Meere — *Dictyota dichotoma* ist in der Nordsee und dem Mittelmeere sehr häufig. *Padina Pavonia* ist eine prächtige Alge mit sehr verschiedenartig grünbraun getönten, konzentrischen Ringen auf dem flachen, rundlichen Thallus.

6. Klasse. Rhodophyceae.

Rosenrote bis violette Algen, in deren Chromatophoren das Chlorophyll durch einen roten Farbstoff, das Phycoerythrin oder Rhodophyll, verdeckt ist. Fortpflanzung ungeschlechtlich oder geschlechtlich.

1. Unterklasse. Bangiales.

Thallus fadenförmig, aus einer Zellreihe, später aus mehreren Zellreihen bestehend oder blattartig ausgebildet. Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Teilung einzelner Thalluszellen, deren Teilprodukte als nackte Plasmapartien austreten und anfangs amöbenartig kriechende Bewegung zeigen.

Erst später umgeben sie sich mit einer Membran und werden dann wahrscheinlich nur passiv fortbewegt; geschlechtliche Fortpflanzung durch kleine, männliche, unbewegliche Geschlechtszellen (Spermatien), welche mit grösseren, weiblichen (Eizellen) kopulieren. Erstere werden erzeugt durch wiederholte Teilung einer Thalluszelle, gelangen durch Verquellen der Zellenmembranen in Freiheit und sind unbeweglich. Eizellen aus je einer plasmareichen Zelle entstehend, stets von einer Membran umkleidet. Die Spermatien legen sich — passiv zu den Eizellen hingetrieben — an diese an und kopulieren mit denselben. Aus der befruchteten Eizelle wird selten direkt eine Spore, meist tritt zuerst eine Teilung jener ein, und die dadurch gebildeten Plasmapartien werden als nackte, amöboid kriechende, später mit einer Zellmembran umkleidete Sporen frei.

27. Familie. Bangiaceae.

Die einzige Familie mit den Charakteren der Unterklasse. — Die meisten hieher gehörigen Arten sind Meeresalgen. — *Bangia atropurpurea* in schnellfliessendem Süsswasser. *Porphyra* mit mehreren Arten im Mittelmeer z. B. *P. leucosticta*; auch an den deutschen Küsten z. B. *P. laciniata*.

2. Unterklasse. Florideae.

Thallus sehr verschieden gestaltet, aus getrennten oder miteinander verwachsenen Zellfäden bestehend. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung erfolgt durch Tetrasporen, d. h. durch anfangs membranlose, später umwandete, nicht aktiv bewegliche Sporen, welche meist zu 4, selten zu 1—2 oder mehr als 4 von einem dem Thallus aufsitzenden oder der Thallusrindenschicht eingelagerten Sporangium hervorgebracht werden (Fig. 18). Die geschlechtliche Fortpflanzung geschieht stets durch Antheridien und Karpogonien. Erstere bringen kleine, oberflächlich gelagerte Spermatangien hervor, in denen je eine anfangs nackte, später mit Membran umgebene und nur passiv bewegliche männliche Geschlechtszelle, das Spermatium, gebildet wird. — Das Karpogon ist stets 1zellig und an der Spitze in ein langes, dünnes, haarartiges Gebilde, das Trichogyn, ausgezogen, meist durch einen wenig (3—4)-zelligen, seltener mehrzelligen Faden mit dem vegetativen Thallus verbunden (Fig. 19).

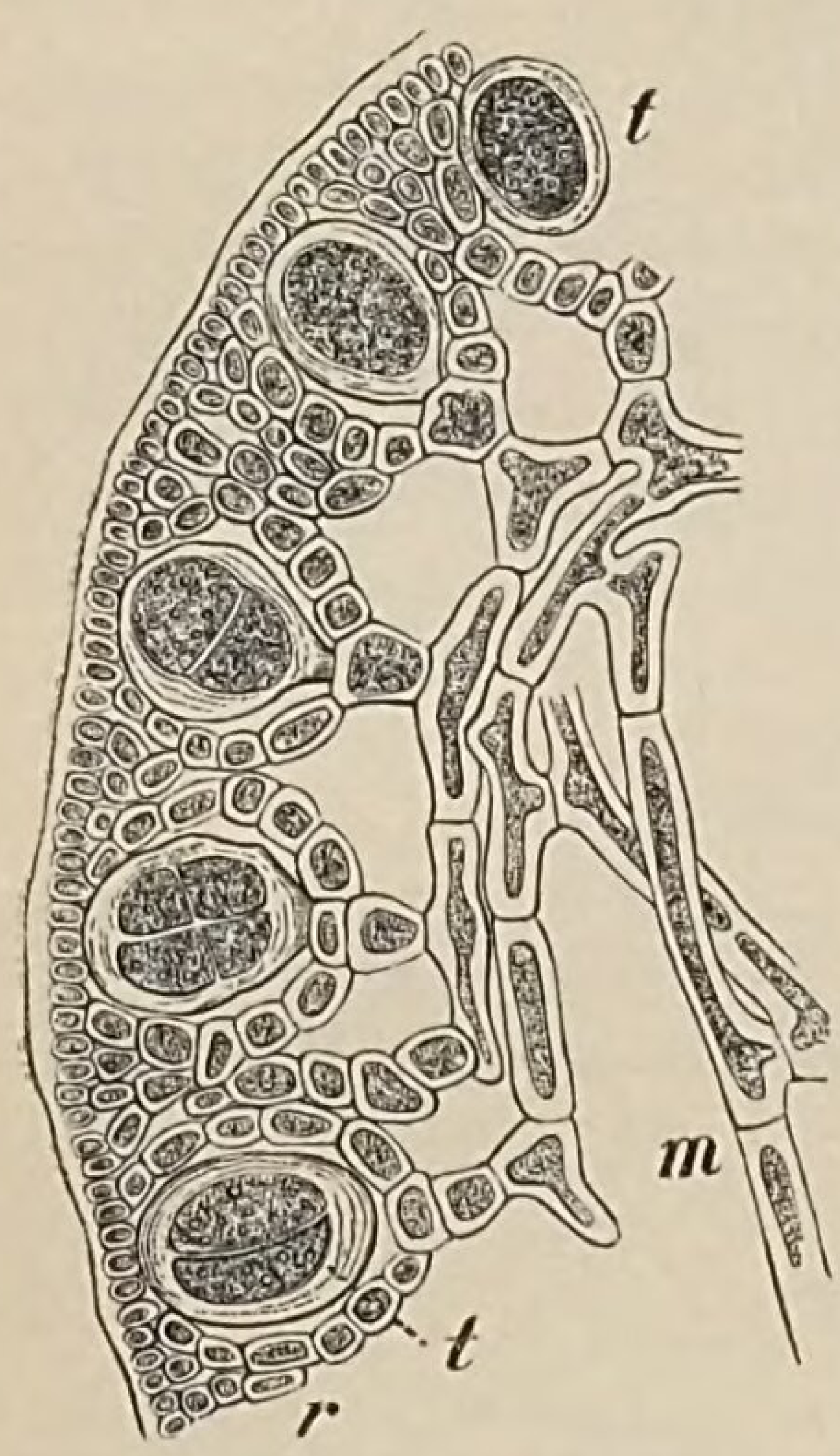


Fig. 18. *Dumontia filiformis.* Querschnitt aus der Rindenschicht des Thallus mit Tetrasporen. *r* Rinde. *t* Tetrasporen. *m* Mark. Vergr. 300. (Nach KÜTZING.) LUERSSEN.

Die Spermatien werden passiv (durch Bewegung des Wassers) zu den Trichogynen der Karpogone hinbewegt und legen sich fest an dieselben an. In welcher Weise die eigentliche Befruchtung vor sich geht,

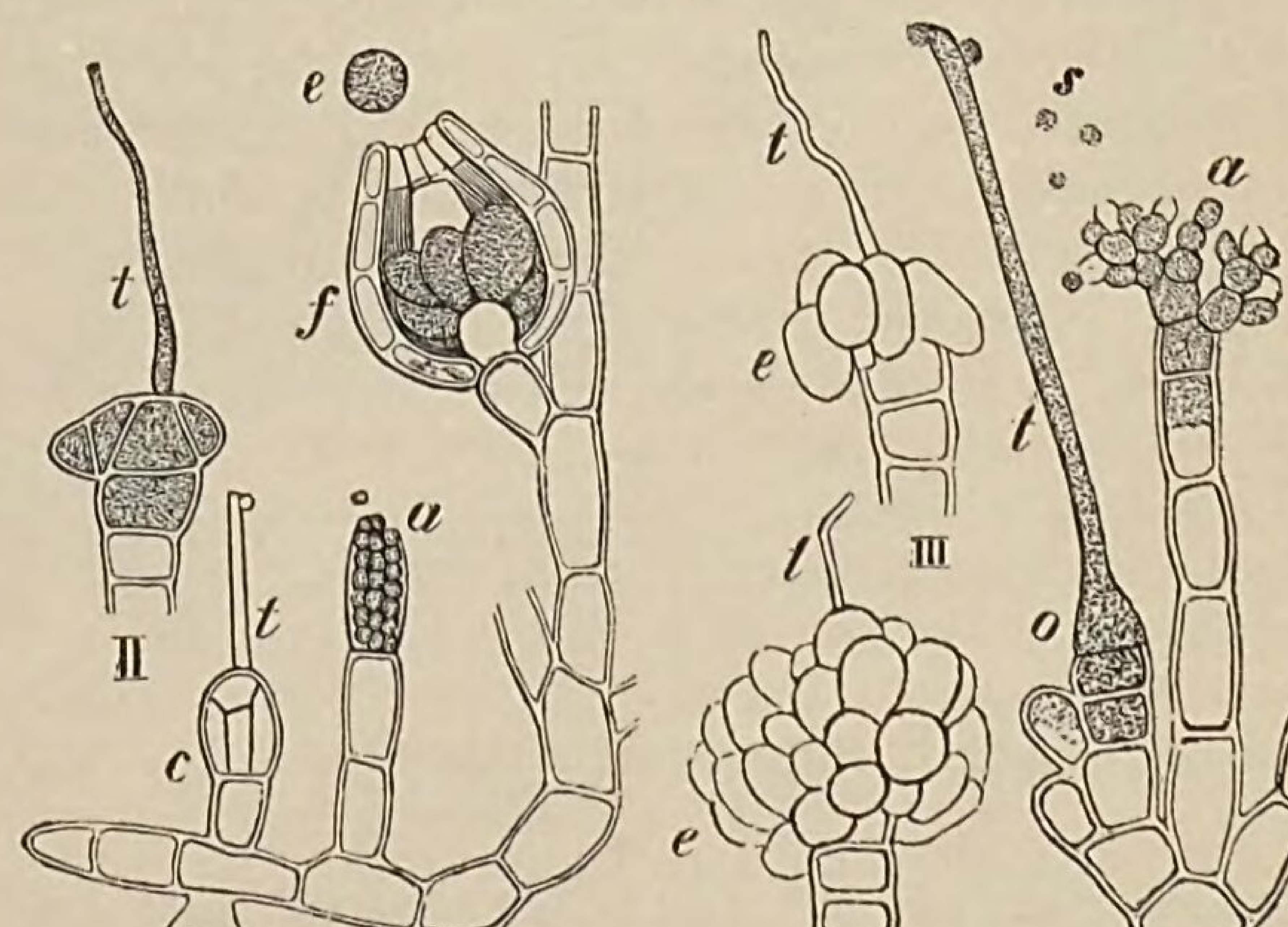


Fig. 19. *I—IV Nemalion multifidum* nach THURET und BORNET: *I* Zweig mit Carpogonium und Antheridien; *II—IV* Verschiedene Stadien der Sporenentwicklung. *V Lejolisia mediterranea* nach BORNET, mit Antheridium, Karpogon und reifer Frucht. *a* Antheridium, *c* und *o* Karpogon, *t* dessen Trichogyne, *s* Spermatien, *f* Frucht (halbiert), *e* Sporen. LUERSSEN.

ist noch nicht aufgeklärt. Nach der erfolgten Befruchtung stirbt das Trichogyn ab und der angeschwollene Bauchteil des Karpogons gliedert sich durch eine Wand ab. Die weiteren Vorgänge sind sehr kompliziert. — Entweder sprossen aus der so befruchteten Eizelle eine Anzahl verzweigter Zellfäden hervor, welche zu sporenbildenden Büscheln werden, oder aber die befruchtete Eizelle treibt einen einzigen Ooblastemfortsatz nach einer Auxiliarzelle hin, d. h. einen Zellfaden, welcher mit eigenartigen in der Nähe liegenden und mit dem Geschlechtsakt in Verbindung stehenden Hülfszellen kopuliert. Erst aus dieser Kopulationszelle gehen dann die sporenbildenden Büschel hervor. Endlich aber kommt es auch vor, dass aus der befruchteten Eizelle mehrere Ooblastemfäden hervorwachsen, welche mit den Auxiliarzellen kopulieren, worauf dann einfache oder in Teilbüschel gegliederte, sporenbildende Büschel gebildet werden. — In den Endzellen dieser Büschel (Gonimoblasten) gelangen nun die Karposporen zur Entwickelung, welche anfangs meist nackt sind und sich erst später mit einer Membran umgeben. Dabei können die Gonimoblasten dem Thallus aussen ansitzen oder aber durch eine Wucherung der Thallusrindenschicht mehr oder weniger umschlossen sein. Die ganzen Bildungen der Gonimoblasten samt den sie tragenden oder sie umwölbenden, vegetativen Zellen, welche sich meist sehr deutlich und scharf von dem vegetativen Thallus abheben, werden als Cystocarpien bezeichnet. —

Die Rhodophyceen sind fast ausschliesslich Meeresbewohner, nur wenige Gattungen finden sich im süssen oder aber im süssen und salzigen Wasser. Die Zahl der Arten ist eine sehr grosse. Es sind über 300 Gattungen bekannt, von denen aber nur sehr wenige allgemeinere Bedeutung beanspruchen.

I. Reihe. Nemalionales.

Die befruchtete Eizelle wächst direkt zu einem aufrechten, büscheligen Gonimoblasten aus. Manchmal erfolgt Kopulation der Zweige des Gonimoblasten mit Fäden des vegetativen Thallus oder mit Auxiliarzellen.

28. Familie. Lemaneaceae.

Der Gonimoblast besteht aus einem lockeren Büschel von freien Zellfäden, welche sich in Spalten des lockeren Thallus befinden und deren Gliederzellen fast sämtlich zu kettenartigen Reihen von Sporen werden. — *Lemanea* mit mehreren Arten in dem kalten Wasser reissender Gebirgsbäche, z. B. *L. torulosa* und *L. fluviatilis*.

29. Familie. Helminthocladiaceae.

Gonimoblasten meist dem Thallus aussen ansitzend, oder nur wenig eingesenkt, ohne besondere Fruchthülle, aus einem Büschel

verzweigter Zellfäden bestehend, die meist nur ihre Endzellen zu Sporen ausbilden. — *Batrachospermum* mit vielen Arten, vor allem *B. moniliforme,* an Steinen, Schneckenschalen und Wasserpflanzen, in Flüssen und Süsswasserseen. — *Chantransia chalybaea* und andere Arten im Süss- und Salzwasser.

2. Reihe. Gigartinales.

Die Karpogonzellfäden und Auxiliarzellen liegen paarweise zusammen und bilden meist Prokarpien von bestimmter Gestalt. Die befruchtete Eizelle treibt einen kurzen Ooblastemfaden nach der nebenliegenden Auxiliarzelle, kopuliert mit derselben, worauf diese Büschel von sporenbildenden Fäden nach dem Thallus hin austreibt.

30. Familie. Gigartinaceae.

Gonimoblast aus einem Büschel verzweigter Zellfäden bestehend, welche von der befruchteten Auxiliarzelle aus nach dem Thallus hin wachsen und sich in das lockere Rindengewebe desselben, sich reich verzweigend, einlagern. Es entsteht hiedurch ein dichtes Geflecht fertiler und steriler Zellfäden. Innerhalb dieser Fruchthülle bilden die fertilen Fäden meist nur ihre Endzellen, seltener auch die oberen Gliederzellen zu Sporen aus, welche zuletzt in unregelmässigen Haufen der Fruchthülle eingelagert sind. Tetrasporen meist paarig geordnet. — Hieher gehören einige wichtige Tange. So *Chondrus crispus* (Fig. 20) und *Gigartina mamillosa,* beide im Atlantischen Ozean häufig vorkommend, welche das Carragheen oder Caraghen liefern (deshalb *„Carragheenmoos“* genannt); die durch Kochen aufgeweichte, schleimige Gallertmasse wird häufig in ähnlicher Weise wie die Abkochung von *Cetraria islandica* (*Isländisch Moos*) gegen Krankheiten der Respirationsorgane zur Verwendung gebracht. — Einige Arten der ersteren Gattung werden auch genossen.

31. Familie. Rhodophyllidaceae.

Gonimoblast in mehrere bis zahlreiche, oft sehr deutlich gesonderte Teilbüschel gegliedert, die von der befruchteten Auxiliarzelle, der Zentralzelle, nach allen Seiten auseinander strahlen und sich in das Gewebe des Thallus hineinerstrecken. Die Endzellen, seltener auch die übrigen Gliederzellen der Teilbüschel werden zu Sporen. Tetrasporen meist reihenweise liegend. — *Eucheuma spinosum*, im Indischen Ozean weit verbreitet, wird besonders in China und Japan zu Agar-Agar verarbeitet, einer Gelatine, die deshalb eine grosse Wichtigkeit erlangt hat, weil sie bei erheblich höheren Temperaturen noch im festen Zustand verharrt als die gewöhnliche Speisegelatine und deshalb für Bakterienkulturen unentbehrlich geworden ist. Diese Rotalge enthält reichlich Nährstoffe und wird deshalb auch häufig genossen. Sie bildet meist den Hauptbestandteil der essbaren indi-

schen Vogelnester. — *Rhodophyllis* wächst mit prächtigen Arten, z. B. *Rh. bifida*, im Mittelmeer und Atlantischen Ozean.



Fig. 20. *Chondrus crispus.* Drei verschiedene Formen der Pflanze in natürlicher Grösse, *a* mit Früchten. (Luerssen.)

3. Reihe. Rhodymeniales.

Wie vorige Reihe, aber die befruchtete Auxiliarzelle treibt hier Gonimoblasten, welche sich thallusauswärts entwickeln.

32. Familie. Sphaerococcaceae.

Gonimoblast ein stark verzweigtes Büschel mit dicht zusammenliegenden, oberwärts auseinanderweichenden Zweigen und Sporen-

trägern, an denen die Sporen einzeln oder zu Ketten aneinander gereiht gebildet werden. Der Gonimoblast liegt in einer durch Ueberwallung der Thallusrindenschicht gebildeten Höhlung, welche am Scheitel eine Oeffnung aufweist, und ist in der Mitte der Grundfläche dieser Höhlung angeheftet (Placenta); *Gracilaria lichenoides*, das „*Ceylon-Moos*", ist im Indischen Ozean sehr verbreitet, es liefert wie *Eucheuma* Agar-Agar und wird auch genossen. Andere Arten dieser Gattung kommen im Atlantischen Ozean vor.

33. Familie. Rhodymeniaceae.

Wie vorige Familie, aber der Gonimoblast ist in mehrere succedan ausgebildete Teilbüschel (Gonimoloben) gegliedert, in welch letzteren fast sämtliche Zellen zu Sporen sich ausbilden. Tetrasporen paarig angeordnet. — Hierher gehören viele Rotalgen, welche in der Nordsee und im Mittelmeer häufig vertreten sind, so *Rhodymenia* und vor allem *Plocamium*, mit den Arten *P. rubrum* und *P. coccineum*.

34. Familie. Rhodomelaceae.

Thallus in der Nähe der fortwachsenden Spitze mit Haarblättern besetzt, welche oft schon frühzeitig hinfällig sind und an denen die Antheridien und Procarpien zur Ausbildung gelangen. Infolgedessen sind dieselben nicht sitzend, sondern mit der Thallusoberfläche durch Stielchen verbunden. Auch die Cystocarpien sind meist kurz gestielt. Der Gonimoblast liegt wie bei den vorigen Familien in einem Fruchtgehäuse und besteht aus einem dichten Büschel, an dessen Oberfläche meist nur die Endzellen der Zweige zu grossen Sporen sich umbilden; die Tetrasporen sind tetraedrisch geordnet. — *Alsidium Helminthochorton*, im Mittelmeere an einzelnen Stellen sehr häufig, liefert den Hauptbestandteil des *corsikanischen Wurmmooses*, des *Helminthochorton*, welches aus sehr vielen Meeresalgen (oft bis zu 30 Arten) zusammengesetzt wird und als Wurmmittel häufige Verwendung findet; *Rhodomela subfusca* ist an den Nordseeküsten sehr häufig; *Polysiphonia* mit vielen Arten findet sich in fast allen Meeren.

35. Familie. Ceramiaceae.

Der Thallus aus freien, meist nackten, seltener berindeten Zellfäden zusammengesetzt. Procarpien der Thallusoberfläche ansitzend. Gonimoblast in mehrere, succedan ausgebildete, dicht gedrängte Teilbüschel gegliedert, in denen fast sämtliche Zellen zu Sporen werden, dem Thallus aussen ansitzend, nackt oder von besonderen Hüllzweigen eingeschlossen. — *Callithamnion* (z. B. *C. corymbosum*) und *Ceramium*, beide Gattungen mit sehr vielen schön rosa- bis purpurroten Arten in fast sämtlichen Meeren; *Ceramium rubrum* noch in der Ostsee; *Plumaria elegans* ist in der Nordsee häufig.

4. Reihe. Cryptonemiales.

Karpogonzellfäden und Auxiliarzellen vereinzelt im Thallus liegend. Die befruchtete Eizelle sprosst zu meist langen, oft verzweigten Ooblastemfäden aus, welche das Gewebe des Thallus durchziehen und deren Zellen mit einzelnen Auxiliarzellen kopulieren. Von diesen Kopulationszellen sprossen dann die Gonimoblasten in den Thallus hinein oder vom Thallus weg nach aussen.

36. Familie. Gloiosiphoniaceae.

Die Auxiliarzellen entstehen aus Gliederzellen sekundär entwickelter Zellfäden. Diese und die Karpogonfäden in Procarpien liegend. Gonimoblast im Thallusgewebe, meist in mehrere, dichte, succedan entstehende Teilbüschel gegliedert, von welchen fast alle Zellen zu Sporen werden, seltener nur ein einziges Zweigbüschel. — *Gloiopeltis* mit zahlreichen Arten im Stillen Ozean, besonders dem Chinesischen Meer, hat eine grosse Bedeutung, da mehrere Arten (*Gl. cervicornis*, *Gl. coliformis* u. s. w.) in China und Japan nicht unwichtige Nahrungsmittel liefern. *Gl. tenax* wird in China zur Leimbereitung verwendet.

37. Familie. Nemastomataceae.

Die Auxiliarzellen gehen aus Gliederzellen unveränderter Fäden hervor und sind meist sehr zahlreich. Karpogonfäden seitlich an unveränderten Thallusfäden ansitzend, meist vereinzelt. Gonimoblast dem Thallusgewebe eingelagert, entweder ein einziges Zweigbüschel, oder in mehrere dichte Teilbüschel gegliedert; fast alle Gliederzellen bilden sich zu Sporen um. Die Tetrasporen sind paarig angeordnet. *Furcellaria fastigiata* ist eine der häufigsten Algen an den Küsten der Nord- und auch noch der Ostsee, nicht minder ist sie im Atlantischen Ozean verbreitet.

38. Familie. Rhizophyllidaceae.

In bestimmten Teilen der Rindenschicht des Thallus liegen mehrere Karpogonfäden zusammen mit zahlreichen Auxiliarzellen, welche später durch das vegetative Rindengewebe fest umschlossen werden und in welchen zahlreiche, dicht nebeneinander liegende Gonimoblasten zur Entwickelung gelangen. Diese sind stets gegliedert in dichte Teilbüschel, deren Gliederzellen sich fast sämtlich zu Sporen umbilden.

Die Gattung *Polyides* ist, z. B. in *P. rotundus*, an den Küsten der Nord- und Ostsee häufig.

39. Familie. Corallinaceae.

Die Thalluszellen haben eine meist mehr oder weniger stark mit Kalk imprägnierte Membran. In bestimmten, deutlich abge-

grenzten Abschnitten der Rindenschicht liegen mehrere Karpogonfäden mit zahlreichen Auxiliarzellen dicht zusammen und werden von der Thallusrindenschicht überwölbt. Infolge der Befruchtung des Karpogons kopulieren sämtliche oder fast sämtliche Auxiliarzellen miteinander, worauf dann aus der Peripherie, selten aus der Mitte der grossen, scheibenförmigen Kopulationszelle kleine Gonimoblasten in sehr wechselnder Anzahl hervorwachsen, von denen fast alle Zellen zu Sporen werden. Auch die Sporangien, in denen die meist gereiht liegenden Tetrasporen zur Entwickelung gelangen, liegen in grosser Anzahl (als Sorus) zusammen und sind wie die Karpogone und Auxiliarzellen von einer Fruchtwand überdeckt. — *Corallina* ist mit zahlreichen, schwer zu trennenden Arten besonders im Mittelmeer und in den wärmeren Gegenden der Erde entwickelt. *C. officinalis* findet sich im Atlantischen Ozean, auch noch in der Nordsee. — Die Gattung *Melobesia* (z. B. *M. farinosa*) in fast sämtlichen Meeren.

In diese Familie gehören auch die *Lithothamnien*, die ebenfalls grosse Mengen Kalk ausscheiden und fossil erhalten sind; sie setzen ganze Felsmassen zusammen und können bis in die Trias noch deutlich verfolgt werden. Am massenhaftesten sind sie aus dem Tertiär bekannt, in dem sie die sogenannten *Nulliporenkalke* bilden; früher glaubte man, dass sie durch echte Korallen aufgebaut worden wären. Auch in dieser Gattung ist eine Trennung der Arten sehr schwierig, meist fasst man alle als *L. ramosissimum* zusammen.

V. Unterabteilung. **Fungi.** *(Eumycetes. Echte Pilze.)*

Sie sind ein- bis vielzellige, mit echtem Spitzenwachstum versehene, parasitisch oder saprophytisch lebende Pflanzen, welche niemals Chlorophyll enthalten, also auch nicht imstande sind, aus Wasser und Kohlensäure Kohlenhydrate zu bilden. Die niedrigsten Formen derselben stehen manchen Gruppen der Algen noch sehr nahe, unterscheiden sich aber von denselben eben durch das Fehlen des Chlorophylls. Die geschlechtliche Fortpflanzung kommt nur noch sehr selten vor und zwar nur bei der ersten Klasse. Ungeschlechtliche Fortpflanzung bei den niedersten Formen noch durch Zoosporen, bei den höheren dagegen durch abgeschnürte Zellen, welche Sporen oder Konidien genannt werden, oder durch im Innern der Zellen entstehende Dauerzellen, welche man oft als endogene Sporen bezeichnet.

1. Klasse. Phycomycetes.

Vegetativer Spross meist aus einer einzigen schlauchförmigen und oft reich verzweigten Zelle bestehend. Geschlechtliche Fort-

pflanzung durch Kopulation von Gameten oder von Spermatozoiden mit Oosphären. Die Phycomyceten schliessen sich eng an die Algen an und wir finden bei ihnen ganz dieselben Fortpflanzungsverhältnisse, wie sie von den Chlorophyceae und den Phaeophyceae bekannt sind. Andrerseits aber ist es auch sicher, dass die Fruchtformen der höheren Pilze von denen der Phycomyceten abzuleiten sind, welche in der Hauptsache eine mehr oder weniger weitgehende Reduktion erfahren haben.

I. Reihe. Zygomycetes.

Sie leben saprophytisch. Das Mycel ist reich entwickelt und stark verzweigt. Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Sporangiensporen, Acroconidien oder Endosporen, neben denen auch noch Chlamydosporen und Oidien[1]) entwickelt werden. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Bildung einer Zygospore (ganz wie bei den Conjugatae).

1. Unterreihe. Zygomycetes exosporangiati.

Die Fruchtträger entstehen an beliebiger Stelle des Mycels, unmittelbar aus den Fäden desselben.

I. Familie. Mucoraceae.

Nur eine Form von ungeschlechtlichen Sporangien.

Mucor Mucedo, der *Köpfchenschimmel,* lebt auf allen möglichen in Zersetzung begriffenen Substanzen, welche von dem reich verzweigten, weissen Mycel durchwuchert werden. Schon nach kurzer Zeit schreitet der Pilz zur Fruchtbildung, indem sich sein Plasma nach einem Orte oder wenigen. Punkten des Mycels zusammenzieht. Von diesen Punkten aus entstehen dann dicke Aeste, welche sich aufrecht erheben und sehr reichliches Plasma führen. Die Spitze derselben schwillt kugelig an und grenzt sich durch eine gewölbte Querwand vom Träger ab, d. h. sie wird zum Sporangium (Fig. 21). Die in das Sporangium hineinragende gewölbte Querwand wird als Columella bezeichnet. Das Plasma des Sporangiums zerfällt sodann in zahlreiche Teile, welche sich mit einer Membran umgeben und so zu Sporen werden. Ein Teil des Sporangienplasmas wird jedoch nicht zur Sporenbildung verbraucht, sondern füllt den Raum zwischen den Sporen aus (Zwischensubstanz). Infolge ihrer hohen Quellungsfähigkeit hat dieselbe die Aufgabe, die Entleerung der Sporen zu bewerkstelligen, welche sofort bei dem geringsten Wasserzutritt erfolgt (Fig. 22). Die Sporen treiben beim Keimen einen oder mehrere Keimschläuche, welche durch reiche Verzweigung in wenigen Tagen wieder zur typischen Form und Grösse heranwachsen. Vermindern sich die

[1]) S. die genauere Erklärung der letzteren unten p. 68.

Nährstoffe des Substrates und haben die Mycelien schon eine grössere Anzahl von Sporangien hervorgebracht, so nehmen die Sporangien-

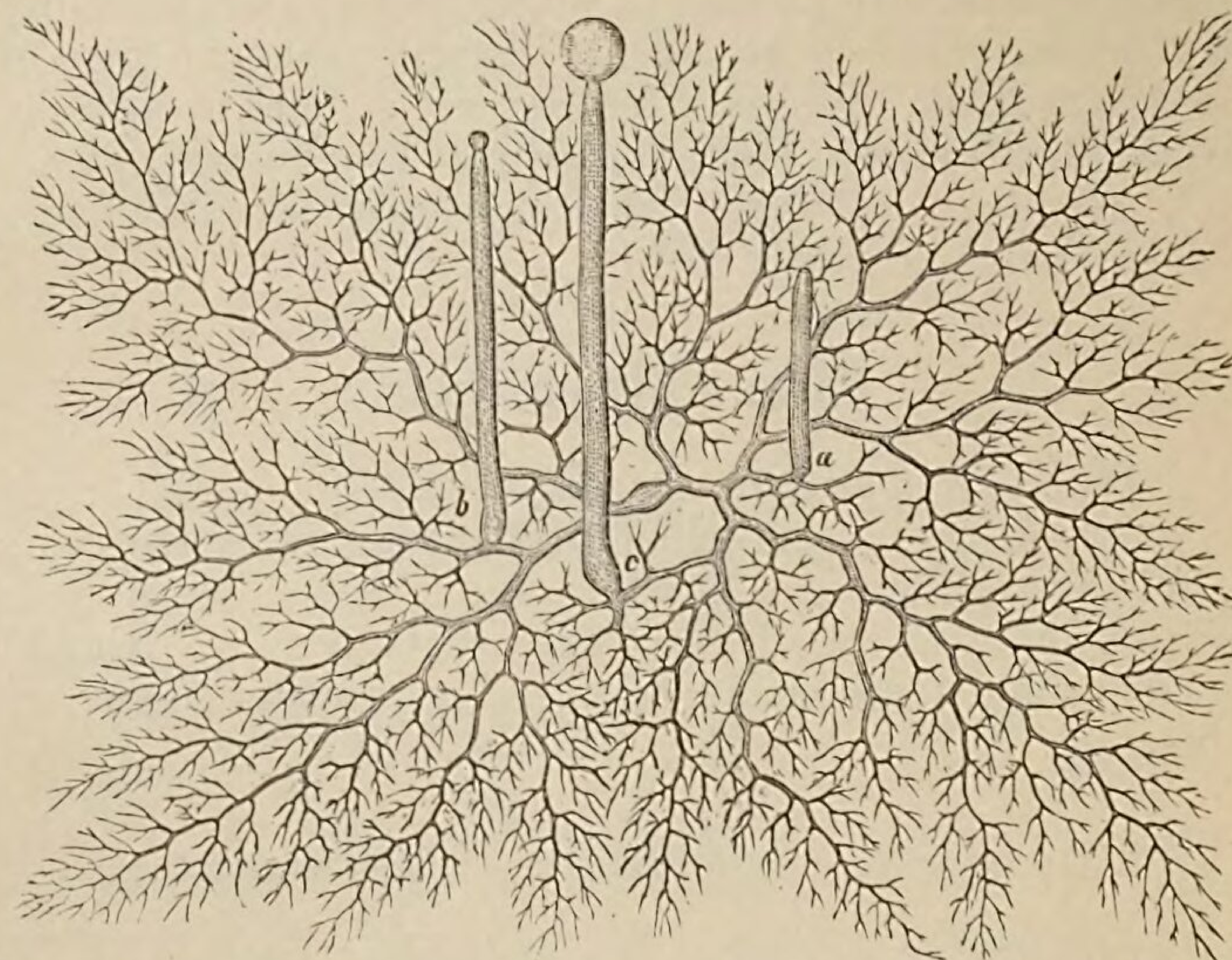


Fig. 21. *Mucor Mucedo;* aus einer Spore hervorgegangenes, einzelliges Mycelium mit 3 Sporangienträgern *a, b, c* in verschiedenen Alterszuständen (nach Kny), schwach vergrössert.

anlagen sexuellen Charakter an und gehen zu je zwei eine Conjugation ein. Von zwei Myceästen wachsen sich kurze, keulenförmig

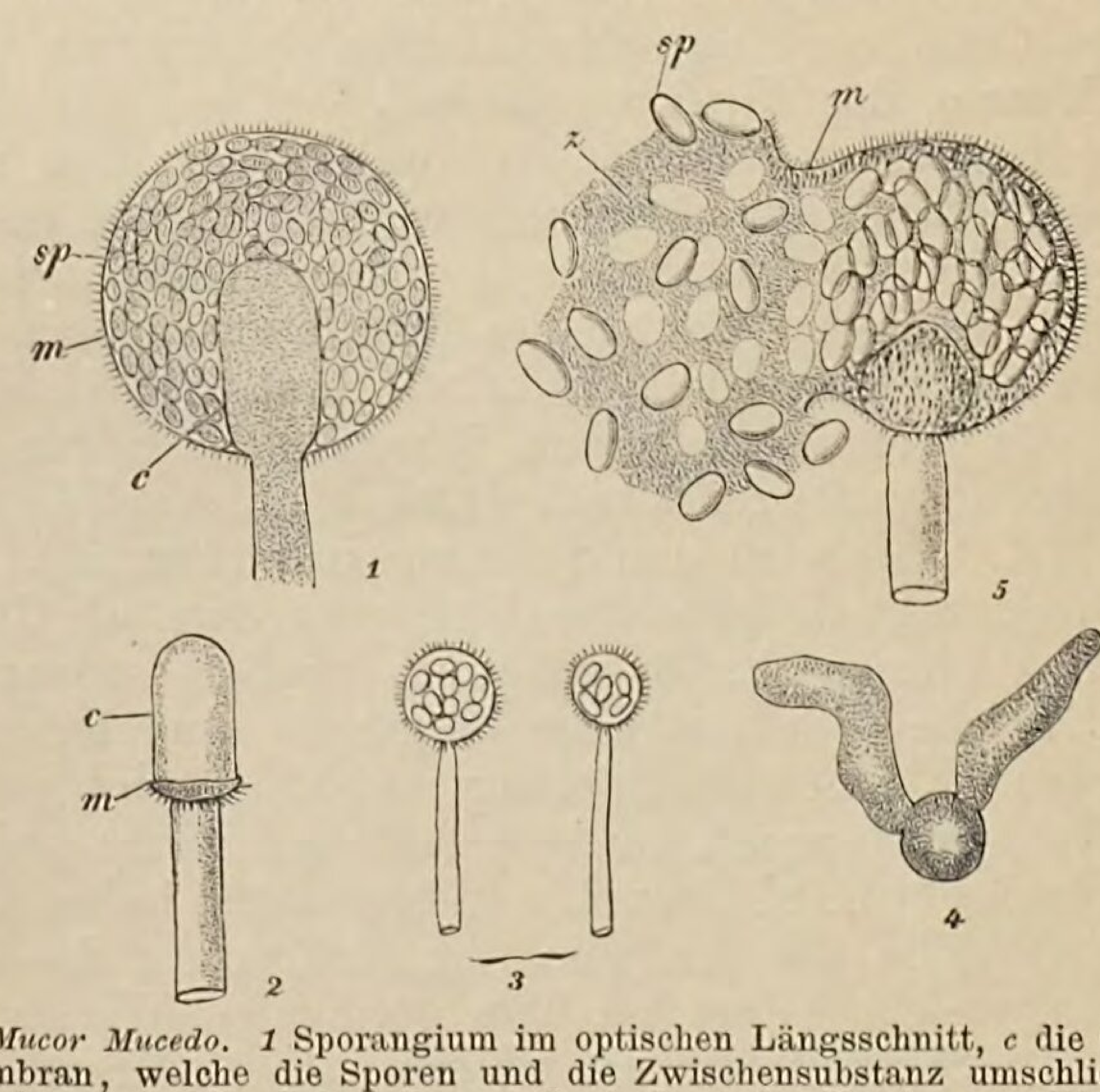


Fig. 22. *1–4 Mucor Mucedo.* *1* Sporangium im optischen Längsschnitt, *c* die Columella, *m* die Sporangienmembran, welche die Sporen und die Zwischensubstanz umschliesst. *2* Ein entleertes Sporangium, nur die Columella *c* und ein Rest der Membran *m* ist beim Zerfliessen übrig geblieben. *3* Zwei schmächtige Sporangien mit nur wenig Sporen und ohne Columella, noch stärker vergrössert als *1*. Sie zeigen im Vergleich zu *1*, wie schwankend die Sporangien nach Form, Grösse und Sporenzahl sein können. *4* Eine keimende Spore. *5 Mucor mucilagineus* ein Sporangium in der Sporenentleerung begriffen, wobei die Membran *m* zerfliesst, die Zwischensubstanz *z* stark aufquillt und dadurch die Sporen *sp* ausbreitet (nach Brefeld, *1* $^{225}/_1$, *2–5* $^{300}/_1$) Tavel.

angeschwollene Aeste entgegen und stossen mit dem Scheitel aneinander, worauf jeder der beiden Aeste kurz hinter dem Scheitel eine Querwand bildet (Fig. 23). Die trennende Membran in der Mitte zwischen den beiden Astenden (Suspensoren) wird sodann aufgelöst und der Inhalt derselben verschmilzt vollständig. Die auf diese Weise gebildete Zygote wächst kräftig heran, umgibt sich mit einer dicken, warzigen Membran und wird durch Desorganisation der Suspensoren frei. Diese Zygospore kann nicht sofort keimen, sie bedarf mindestens einer mehrwöchentlichen Ruhepause, besitzt aber auch die Fähigkeit, noch lange Zeit hindurch auszudauern.

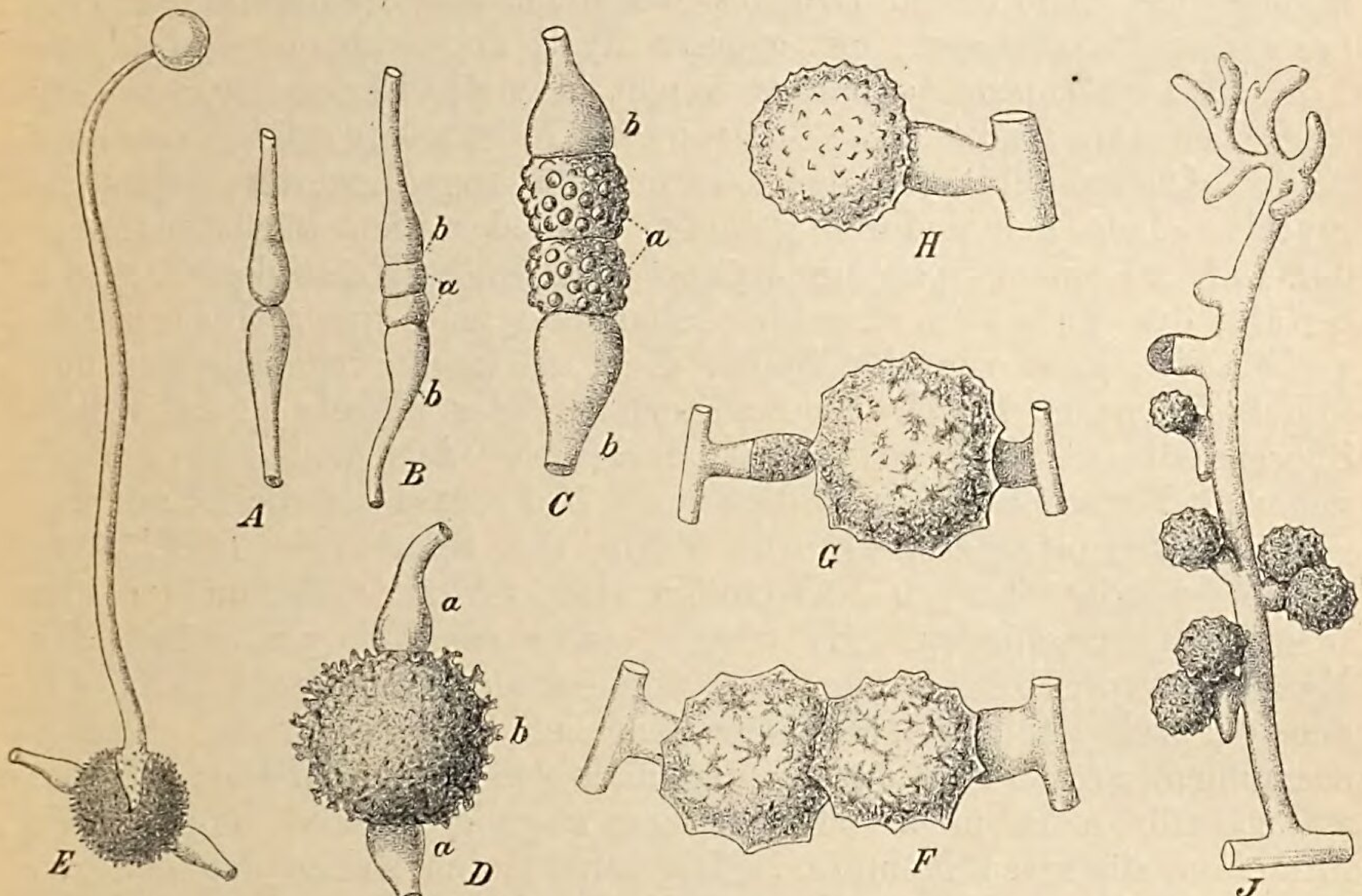


Fig. 23. *A—E* Zygosporenbildung von *Mucor Mucedo*. *A* Die gegeneinander wachsenden Conjugationsäste; in *B* ist die Abgrenzung der conjugierenden Zellen *a* von den Suspensoren *b* erfolgt; in *C* hat die Conjugation stattgefunden. Die beiden Zellen *a* sind aber noch zu erkennen. Die Differenzierung der Warzen der Membran beginnt. *D* Reife Zygospore *b* zwischen den Suspensoren *a*. *E* Fruktifikative Keimung der Zygospore. (*A—D* $^{225}/_1$, *E* ca. $^{60}/_1$) *F*, *G* *Mucor erectus* Azygosporenbildung; in *F* hat jeder Conjugationsast ohne Conjugation eine Spore gebildet, in *G* bloss einer. *H*, *J* *Mucor tenuis*. Hier werden die Conjugationsäste nicht einmal mehr paarweise angelegt; die Azygosporen entstehen durchaus ungeschlechtlich an den Enden kurzer Seitenäste (*A—E* nach Brefeld, *F—J* nach Bainier). Tavel.

Wie wir gesehen haben, ist *Mucor Mucedo* ein Pilz, welcher, wenn auch nur sehr selten, geschlechtliche Fruktifikation besitzt. Bei anderen Arten von *Mucor* jedoch tritt die Geschlechtlichkeit immer mehr zurück. Es werden bei manchen Arten die Conjugationsäste zwar normal ausgebildet, es kommt jedoch oft nicht zur Vereinigung derselben (Fig. 23 *F, G*). Und trotzdem werden Sporen gebildet, welche nicht von echten Zygosporen zu unterscheiden sind. Solche Sporen werden deshalb auch Azygosporen (Fig. 23 *H, J*) genannt. Bei *Mucor tenuis* dagegen werden nicht einmal mehr Zygosporenäste gebildet, die Sexualität ist hier vollständig erloschen.

Sporodinia Aspergillus treibt hohe, stark verzweigte Sporangienträger, von denen jeder Ast an seinem Ende ein Sporangium erzeugt. An denselben Aesten nun entstehen aber auch die Zygosporen, indem einzelne Aeste, anstatt Sporangien zu bilden, paarweise miteinander kopulieren. Aber auch hier kommen wie bei einzelnen *Mucor*-Arten Azygosporen vor. Diese Art findet sich häufig auf faulen Hutpilzen.

Pilobolus crystallinus, welcher sich ähnlich wie *Mucor Mucedo* und oft mit diesem gemischt auf Mist von Pflanzenfressern findet, weicht von letzterem hauptsächlich dadurch ab, dass die Sporangien bei der Reife nicht zerfliessen, sondern dass der verdickte Deckel, infolge des osmotischen Druckes der nicht zur Sporenbildung verbrauchten Plasmamasse, mit grosser Kraft abgeschleudert wird.

Chlamydomucor racemosus weicht in vieler Beziehung in seinem Verhalten von *Mucor* ab. Auf reichem Nährboden erfolgt eine sehr häufige Querwandbildung des ursprünglich ungegliederten Schlauchmycels. Jede der dadurch gebildeten Gliederzellen wächst dann in der Luft zu einem Sporangienträger aus. In der Flüssigkeit dagegen zerfällt der Faden in einzelne Zellen und jede dieser Gliederzellen verhält sich ganz wie eine Spore, d. h. sie keimt vegetativ aus und bildet ein neues Mycel. Dieses Zerfallen des Mycels in zahlreiche Sporen wird als Oidienbildung bezeichnet. Aus dem soeben angegebenen Verhalten dieser Oidien wird klar, dass sie nichts anderes sind als Fruchtträgeranlagen in Form von Sporen. — In Flüssigkeiten, welche arm an Nährstoffen sind, verhält sich nun der Pilz wesentlich verschieden. Es werden zwar ebenfalls Querwände des Mycels hervorgebracht, aber viel weniger als im ersteren Falle. In den dadurch gebildeten Gliederzellen zieht sich dann das Plasma zusammen, grenzt sich durch Querwände von den inhaltslosen Zellen ab, schwillt meist mehr oder weniger kugelig an und umgibt sich mit einer stärkeren Membran. Die inhaltslosen Zellen degenerieren darauf allmählich vollständig und die Fruchtanlagen werden dadurch frei. Letztere verhalten sich im übrigen vollständig wie die vorhin beschriebenen Oidien. Sie werden als Gemmen oder Chlamydosporen bezeichnet. Aber prinzipiell sind sie auch nichts anderes als die Oidien, d. h. also Fruchtträgeranlagen, welche zur Spore geworden sind.

2. Familie. Thamnidiaceae.

Sie stimmen in der geschlechtlichen Fruktifikation vollständig mit *Mucor Mucedo* überein und leben wie dieser auf Mist. Die ungeschlechtlichen Sporangien treten jedoch in zwei verschiedenen Formen auf. Der dicke, starke Sporangienträger von *Thamnidium elegans* z. B. entwickelt meist an seiner Spitze ein grosses, vielsporiges Sporangium, das völlig dem von *Mucor Mucedo* gleicht. Unterhalb desselben jedoch entspringen dem Träger quirlig gestellte, mehrfach dichotom verzweigte Aeste, an deren Endzellen wiederum Sporangien zur Entwickelung gelangen. Letztere sind aber ganz bedeutend kleiner als das Sporangium des Hauptastes (deshalb Sporangiolen

genannt), sie enthalten meist nur vier Sporen, welche nicht wie die des Endosporangiums durch Zerfliessen der Membran, sondern durch Zerstäubung frei werden und zur Verbreitung gelangen. Die Sporen aus den grossen wie aus den kleinen Sporangien verhalten sich im übrigen vollständig gleichartig. Es ist nun Brefeld gelungen zwischen den beiden Sporangienformen alle Uebergänge nachzuweisen. Bei reicher Ernährung vermochte er die Sporangiolen an Grösse und Zahl der Sporen den Sporangien gleich zu machen, und umgekehrt, die Sporangien auf die Grösse der Sporangiolen zu reduzieren; ja er brachte es sogar dahin, dass nur noch eine Spore zur Entwickelung gelangte. Es ist ferner gelungen, durch fortgesetzte Kulturversuche eine Trennung der beiden Sporangienformen auf verschiedene Träger zu bewirken. Aus allen diesen Verhältnissen lässt sich folgern, dass die beiden Sporangienformen nicht grundsätzlich verschieden, sondern durch Spaltung der ungeschlechtlichen Sporangien in zwei Formen entstanden sind.

3. Familie. Chaetocladiaceae.

Kleine, zierliche Pilze, welche auf grösseren Arten von *Mucor* parasitisch leben, ihre Haustorien, d. h. nahrungsaufnehmende Mycelfäden, in die Sporangienträger jener einbohren und daraus die ihnen notwendigen Nährstoffe entnehmen. Die geschlechtliche Fortpflanzung ist gleich der von *Mucor Mucedo*. In der ungeschlechtlichen Fortpflanzung lehnen sie sich eng an die *Thamnidiaceae* an. Wie wir vorhin gesehen haben, kommt es bei jenen schon manchmal vor, dass in einem Sporangium nur eine Spore zur Ausbildung gelangt. Dies wird nun bei den *Chaetocladiaceae* zur Regel, d. h. die Sporangiolen sind stets einsporig, wobei aber im Gegensatz zu *Thamnidium* die Spore völlig mit dem Sporangium verwächst. Das Sporangium ist also hier zur Spore geworden und wird als Conidie oder als Schliesssporangium bezeichnet.

4. Familie. Choanephoraceae.

Erst eine Art ist bis jetzt bekannt, welche auf *Hibiscus*blüten in Indien vorkommt. Die Zygosporenbildung gleicht der von *Mucor Mucedo;* die ungeschlechtliche Fortpflanzung geschieht durch Sporangien und Conidien, welche an getrennten Fruchtträgern hervorgebracht werden. Bei reichlicher Ernährung werden nur Conidien, d. h. also zur Einsporigkeit fortgeschrittene Sporangiolen, zur Entwickelung gebracht; sie stehen an Fruchtträgern, deren Kopf einfach oder mehr oder weniger reich verzweigt ist. Sporangien kugelig, wenigsporig.

5. Familie. Piptocephalidaceae.

Parasitische, kleine Schimmelpilze, welche auf *Mucor* leben. Nur noch Conidienbildung. Sporangien kommen nie mehr zur Entwickelung. Die Conidien werden an einfachen oder verzweigten

Fruchtträgern (Conidienträgern) erzeugt. Bei der Reife treten in jenen mehrere Querwände auf, die Sporen zerfallen in einzelne Partien, welche ganz wie die Sporen auskeimen. Die Zygosporenbildung weicht etwas ab von dem Verhalten der übrigen Zygomyceten. Das Plasma der Zygote kontrahiert sich und wird erst zur Zygospore, nachdem es sich durch neue Querwände abgegrenzt hat.

2. Unterreihe. Zygomycetes carposporangiati.

Die Fruchtträger der hieher gehörigen Arten entstehen an besonders differenzierten Fäden, welche sich in auffallender Weise ausläuferartig vom Mycel abheben und als Fruchtanlage zu betrachten sind.

6. Familie. Rhizopodaceae.

Nur eine Art, *Rhizopus nigricans,* welche auf süssen Früchten und abgestorbenen Pflanzenteilen lebt. Die geschlechtliche Fortpflanzung ist fast ganz die von *Mucor;* die ungeschlechtliche Fortpflanzung geschieht in der Weise, dass starke, dicke Mycelschläuche vom vegetativen Mycel aus bogenartig ausgesandt werden; an den Stellen, wo sie das Substrat wieder berühren, bilden sie nach unten Büschel von kurzen, wurzelartigen Fäden (Rhizoiden), nach oben Büschel von Sporangienträgern.

7. Familie. Mortierellaceae.

Verhalten sich im allgemeinen ähnlich wie die vorige Familie; es kommt aber bei ihnen zu einer viel deutlicheren Ausbildung eines Fruchtkörpers als bei jenen. Die ausläuferartigen Fäden werden ganz so gebildet wie bei *Rhizopus.* Von den sterilen Rhizoiden wächst jedoch ein Teil nach oben und umhüllt in dichtem Geflecht die Basis der in der Ein- oder Mehrzahl vorhandenen Sporangienträger; sie nehmen eine braune Färbung an und bilden auf diese Weise eine feste Gewebekapsel, einen Fruchtkörper, in dem jedoch die Sporangien nicht eingeschlossen liegen. Die letzteren unterscheiden sich von den Sporangien der Gattung *Mucor* dadurch, dass ihnen die Columella fehlt. Es werden ferner Zygosporenfrüchte gebildet, in der Weise, dass an der Basis der Conjugationsäste zahlreiche zarte Seitenzweige hervorsprossen, welche die gebildete Zygospore umwachsen und zuletzt mit einer starken pseudoparenchymatischen Gewebewandung umgeben.

Später (bei den Ascomyceten) wird darauf hinzuweisen sein, von welcher Wichtigkeit die Verhältnisse bei den Zygomycetes carposporangiati für die morphologische Beurteilung jener Gruppe ist.

2. Reihe. Oomycetes.

Zeigen sehr weitgehende Uebereinstimmung mit einzelnen Familien der Siphonales unter den Algen, so z. B. mit den Vaucheria-

ceae. Gerade wie dort finden wir bei den Oomyceten eine einzige, wenig verzweigte schlauchförmige Zelle, zahlreiche Zellkerne, ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Schwärmer, geschlechtliche fast durchweg durch Antheridien und Oogonien. Aber auch bei den Oomyceten finden wir in ähnlicher Weise wie bei den Zygomyceten einen allmählichen aber deutlich zu verfolgenden Rückgang der Geschlechtlichkeit, welcher sich sowohl in der Rückbildung der Antheridien wie der Oogonien äussert.

1. Unterreihe. Mycosiphonales.

Mycel meist deutlich schlauchartig entwickelt. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung geschieht durch Schwärmer oder durch abgeschnürte Conidien; die geschlechtliche durch Ausbildung von Antheridien und Oogonien.

8. Familie. Monoblepharidaceae.

Hieher gehören nur wenige kleine Wasserpilze, welche an untergetauchten Gegenständen festsitzen, z. B. *Monoblepharis sphaerica.* Sie zeigen noch ganz auffallende Uebereinstimmung mit manchen Gamophyceen, vor allem mit *Oedogonium:* einmal besitzen sie ungeschlechtliche Schwärmer, welche in Sporangien erzeugt werden, und dann entwickeln sie Oosphären, welche durch bewegliche, mit einer Wimper versehene Spermatozoiden befruchtet werden. Die Oogonien entstehen terminal oder intercalar und sind auffallend durch fast kugelige Gestalt. An ihrem Scheitel entsteht eine Oeffnung, durch welche die mit einer Wimper versehenen, in anderen nahegelegenen Zellen zu mehreren gebildeten Spermatozoiden eindringen und die einzeln gebildete Eizelle befruchten.

9. Familie. Peronosporaceae.

Parasiten in Land- oder Wasserpflanzen, oder auch saprophytisch auf im Wasser liegenden Insekten lebend. Sie zeigen grosse Analogien zu den Siphonales, besonders zu *Vaucheria.* Während wir aber dort fanden, dass in dünnen Seitenzweigen Spermatozoiden gebildet wurden, welche durch eine Oeffnung in der Wand des Oogons eindringend die Oosphäre befruchteten, sehen wir hier eine Reduktion in der Weise, dass nie mehr das Plasma der Antheridien sich in Spermatozoiden differenziert und dass sich auch das Oogon nicht durch ein Loch öffnet, sondern fest geschlossen bleibt.

Der erwähnten Algengattung am nächsten steht die Peronosporaceengattung *Pythium*, deren Vertreter teils parasitisch auf Keimpflanzen höherer Gewächse, teils saprophytisch im Wasser auf Insektenleichen schmarotzen. Die zahlreich gebildeten ungeschlechtlichen Schwärmer entstehen in meist kugeligen Sporangien, schwärmen bei Wasserzutritt aus und sind mit zwei Cilien versehen. (Es kommt seltener auch vor, dass die Sporangien direkt zu Fäden

auswachsen.) Die geschlechtliche Fortpflanzung wird in folgender Weise bewerkstelligt. Man sieht, wie einzelne terminal oder intercalar gelegene Zellen allmählich kugelig anschwellen; das Plasma trennt sich in 2 Teile; der eine wird zu einer zentralen, mit körnigem Plasma erfüllten und mit zarter Plasmamembran umgebenen Kugel, der Eizelle, während der andere ein homogenes Plasma, das Periplasma, bildet, welches jene Eizelle umgibt. Zu Antheridien bilden sich kurze, vom Schlauchmycel durch eine Querwand abgetrennte, in der Nähe der Oogonien liegende Aeste um, welche, wenn sie auch an benachbarten Fäden entstehen, doch sogleich mit dem Oogon in Berührung treten. An ihrem Scheitel treiben sie einen kurzen Fortsatz, den Befruchtungsschlauch aus, der die Oogonwand durchbohrt und bis zur Eizelle vordringt, worauf dann die Membran an seiner Spitze aufgelöst wird und sein körniger Inhalt, das Gonoplasma, sich mit der Eizelle vermischt. Sobald diese Vereinigung erfolgt ist, umgibt sich die Eizelle mit einer starken Membran und wird dadurch zur Oospore, welche zu ihrer Weiterentwickelung einer längeren Ruheperiode bedarf. Die Keimung erfolgt auf verschiedene Weise. Die starke Aussenwand der Spore, das Epispor, wird gesprengt und es tritt entweder ein Schlauch hervor, der sofort wieder zu einem Mycel heranwächst, oder aber der kurz bleibt, sich oft kaum streckt und sogleich an seiner Spitze ein Schwärmsporangium bildet. Den ersten Vorgang kann man als vegetative, letzteren als fruktifikative Keimung bezeichnen. Doch ist ein durchgreifender Unterschied nicht festzuhalten, die Verschiedenheiten beruhen wohl sicher auf verschiedenen Ernährungsverhältnissen. *Pythium De Baryanum* ist ein gefährlicher Feind junger Keimlinge.

Die Gattung *Phytophthora* steht *Pythium* sehr nahe. Wir finden jedoch bei ihr eine Reduktion stets in der Weise, dass im Antheridium nie eine Sonderung in körniges und homogenes Plasma (Gonoplasma, Periplasma) erfolgt und dass auch nur ein Teil des Antheridienplasmas bei der Befruchtung übertritt. Die ungeschlechtlichen Sporangien werden an besonderen, reich verzweigten Trägern erzeugt, welche durch die Spaltöffnungen der Wirtspflanzen einzeln oder in Büscheln hervorbrechen. Die Sporangien besitzen völlig das Aussehen von birnförmigen Sporen und fallen frühzeitig von ihrem Träger ab. Werden sie jedoch dann benetzt, so treten daraus Schwärmer hervor, welche mit 2 Cilien versehen sind und nach kurzer Schwärmezeit zur Ruhe kommend, Schläuche austreiben. Sie können jedoch auch in einzelnen Fällen direkt zu Keimschläuchen auswachsen.

Zu *Phytophthora* gehören einige Arten, welche als für Land- und Forstwirtschaft ausserordentlich schädliche Pilze bekannt sind. — *Ph. omnivora* tritt besonders auf den Keimlingen von Bäumen, vor allem von Buchen auf, welche kurze Zeit nach der Infektion schon zu faulen beginnen, da sie vollständig von dem ausserordentlich rasch wachsenden Mycel des Pilzes durchwuchert werden.

Noch viel schädlicher trat in manchen Jahren eine andere Art,

Ph. infestans, der Urheber der *Kartoffelkrankheit,* auf. Man bemerkt zuerst, wie überall auf den Kartoffelblättern braune Flecken auftreten, die sich rasch vergrössern, bis zuletzt das Blatt völlig abstirbt und in Verwesung übergeht. Häufig werden auch die Knollen angesteckt, entweder bereits in der Erde oder erst, wenn sie geerntet sind, und durch die Aussaat solcher kranken Knollen wird der Bestand des folgenden Jahres wieder infiziert (Fig. 24 *H*). Wird die Pflanze frühzeitig vom Pilz befallen, so tritt überhaupt eine Knollenbildung nicht ein.

Bei der Gattung *Peronospora* ist es bisher noch nicht gelungen, eine Befruchtung durch Uebertritt des männlichen Plasmas nach der Eizelle nachzuweisen und es ist sehr wahrscheinlich, dass ein solcher hier überhaupt nicht mehr stattfindet. Zwar wächst auch hier das Antheridium dem Oogon entgegen, durchbohrt dessen Wand und dringt bis zur Oosphäre vor, doch wird die Membran an der Spitze des Befruchtungsschlauches nicht aufgelöst und ein Plasmaübertritt findet nicht statt. Sofort nach der Berührung jedoch umgibt sich auch hier die Oosphäre mit einer starken Membran und wird zur Spore. — Mehrere Arten dieser Gattung sind gefährliche Parasiten. Am meisten gefürchtet ist jedoch *Per. viticola,* der *„falsche Mehlthau"* des Weinstocks, dessen dicke Mycelien intercellular oft die ganze Pflanze durchziehen und durch Haustorien derselben die wichtigsten Nährstoffe entnehmen. Durch die Spaltöffnungen brechen die zierlichen, vielverzweigten Sporangienträger (Conidienträger) hervor, welche in ihrer Gesamtheit mit blossem Auge als ein weisser oder grauer Schimmel zu erkennen sind. — Die Keimung der an diesen Trägern erzeugten Sporangien ist bei den verschiedenen Arten für die Frage nach dem morphologischen Wert derselben von allergrösster Bedeutung. Während sich z. B. bei der verschiedene Umbelliferen befallenden *Per. nivea* der Inhalt in mehrere Portionen teilt, welche aus der Mutterzelle austreten und sofort zu Schwärmern werden, die mit 2 Cilien versehen sind, finden wir z. B. bei der auf Scrophulariaceen schmarotzenden *Per. densa* in sofern eine Reduktion, als hier die einzelne Schwärmer erzeugenden Plasmaportionen anfangs noch ausgegliedert werden: dass dann aber das Plasma als Ganzes ohne zu schwärmen aus dem Sporangium austritt, sich abrundet, mit einer Membran umgibt und zu einem Mycelschlauch auswächst. Noch weiter geht die Reduktion bei den meisten anderen Arten der Gattung. Bei *Per. Lactucae* werden überhaupt keine Plasmaportionen mehr gebildet, das Plasma tritt auch nicht mehr als Ganzes aus, sondern es wird direkt ein Keimschlauch durch einen Porus am Scheitel des Sporangiums ausgetrieben. Bei *Per. Radii* endlich — und so bei sehr vielen Arten der Gattung — ist der Austrittsort des Keimschlauches nicht mehr ein fest bestimmter und fixierter, sondern derselbe kann an jeder beliebigen Stelle das Sporangium verlassen. — Es wurde im Vorstehenden deshalb so genau auf die Gattung *Peronospora* eingegangen, weil wir bei ihr alle Stufenfolgen finden zwischen dem Sporangium und der Spore.

Wie schon erwähnt, sind die Formen mit Schwärmsporangien auf das Wasser oder wenigstens zeitweisen Zutritt von Wasser (Thau, Regen u. s. w.) angewiesen, während bei den Arten, deren Sporangium zur Spore geworden ist, schon Spuren von Feuchtigkeit, z. B. feuchte Luft genügen, um die Keimung zu ermöglichen.

Der Gattung *Peronospora* steht *Cystopus* (Fig. 24) sehr nahe, unterscheidet sich jedoch durch die ungeschlechtliche Fruchtform und dadurch, dass bei der Keimung der Oosporen unmittelbar Sporangienbil-

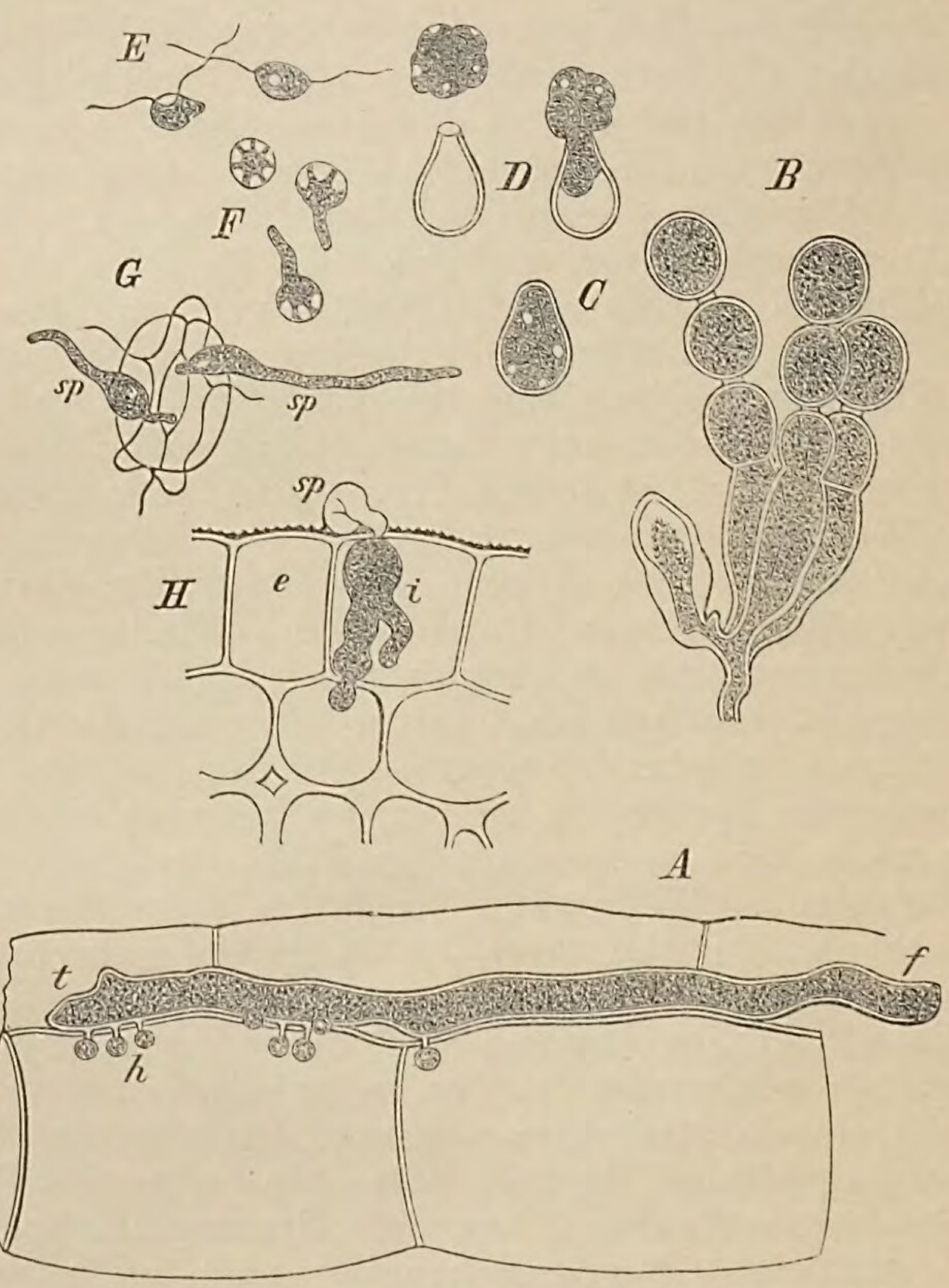


Fig. 24. Ungeschlechtliche Fortpflanzung des *Cystopus candidus* nach DE BARY (400). *A* Mycelzweig an der Spitze *t* fortwachsend, mit Haustorien *h*, zwischen den Markzellen von *Lepidium sativum*; *B* conidientragender Zweig des Myceliums; *C D E* Schwärmsporenbildung aus den Conidien (Sporangien); *F* und *G* keimende Schwärmer, bei *G* in eine Spaltöffnung keimend; *H* keimender Schwärmer der *Phytophthora infestans*, durch die Oberhaut des Kartoffelstengels sich bohrend.

dung eintritt. Unter der Epidermis der Nährpflanze treten Lager von keulenförmigen Mycelästen auf, welche am Scheitel angeschwollen sind und hier die äusserst zahlreichen Sporangien in langen Ketten abgliedern. Zuletzt wird die Epidermis gesprengt und die Sporangien werden als weisses Pulver frei. Ins Wasser gelangt entwickeln dieselben sofort zahlreiche Schwärmer. — *Cystopus candidus* ist einer der gemeinsten Parasiten. Derselbe befällt eine ganze Anzahl von

Cruciferen, welche er mehr oder weniger schwer zu schädigen im stande ist. Die geschlechtliche Fortpflanzung (Fig. 25) gleicht der von *Peronospora.*

10. Familie. Saprolegniaceae.

Stehen den Peronosporaceen nahe, zeigen aber darin Verschiedenheiten, dass die Oosphären hier fast durchweg in der Mehrzahl auftreten, dass sich deren Plasma nicht mehr in Gonoplasma und Periplasma trennt und dass eine Befruchtung, wie sie bei den An-

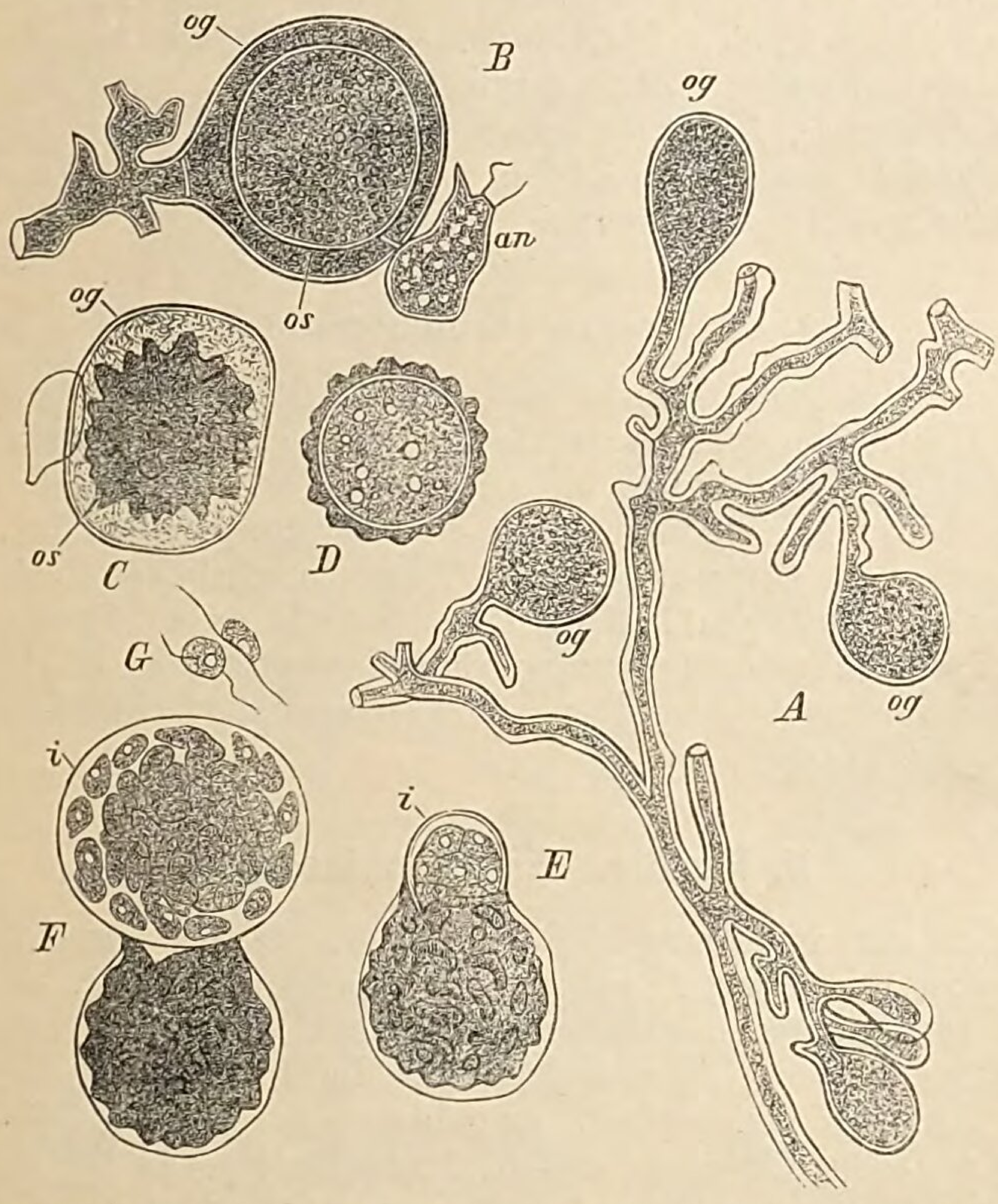


Fig. 25. Geschlechtliche Fortpflanzung von *Cystopus candidus* nach DE BARY (400). *A* Mycel mit jungen Oogonien; *B* Oogonium *og* mit Oosphaere *os* und Antheridium *an*; *C* reifes Oogon; *D* reife Oospore; *E, F, G* Schwärmsporenbildung aus Oosporen. Das Endospor *i* schlüpft vor derselben aus dem Exospor aus.

fangsgliedern der Mycosiphonales noch mit Sicherheit festzustellen war, hier nie mehr konstatiert werden kann.

Sie leben untergetaucht im Wasser, meist auf abgestorbenen Pflanzen oder Tieren, selten auf lebenden Tieren, z. B. Fischen. Sie entwickeln nie Conidien, sondern stets Sporangien mit Schwärmern, wie das ja bei wasserbewohnenden Formen selbstverständlich ist. Die Befruchtung der meist zahlreichen Eizellen erfolgt in ganz ähnlicher Weise wie bei *Peronospora.* Häufig kommt es jedoch vor,

dass einzelne der Eizellen von den Befruchtungsschläuchen nicht erreicht werden und trotzdem sich (parthenogenetisch) zu Oosporen entwickeln; oder aber bei einzelnen Arten, dass sich die Antheridienäste zwar an das Oogon anlegen, ohne jedoch Befruchtungsschläuche zu entwickeln; ferner dass die Antheridien bei manchen Arten oft gar nicht zur Entwickelung gelangen oder nur noch selten gefunden werden; oder endlich, dass einzelne Arten überhaupt nie mehr Antheridien entwickeln und die Oogonien sich trotzdem in regelmässiger Weise zu Oosporen umbilden.

Achlya mit zahlreichen Arten, z. B. *A. prolifera, A. racemosa, A. polyandra,* auf toten, faulenden Insekten, Würmern, Fischen, seltener auf den lebenden Individuen. — *Saprolegnia* mit zahlreichen Arten, auf faulenden tierischen Substanzen. Am verbreitetsten sind *S. monoica* und *S. ferox.* — *Aphanomyces phycophilus* in Algenzellen. — *Dictyuchus* auf verwesenden Pflanzenteilen im Wasser, z. B. *D. clavatus* und *D. monosporus.*

2. Unterreihe. Entomophthorales.

Kein Unterschied mehr zwischen Antheridien und Oogonien. Wir finden hier nur einfache Schläuche, reduzierte Anlagen geschlechtlicher Sporangien, die ohne eine Endzelle abzugliedern miteinander konjugieren und dadurch eine Zygospore bilden. Häufig sind aber auch Azygosporen. Ungeschlechtliche Fortpflanzung geschieht nur noch durch Conidien, welche an der Spitze von aufrechten, schlauchartigen Conidienträgern abgeschnürt (Fig. 26) und durch den Turgor in denselben zur Reifezeit abgeschleudert werden.

Hieher gehört nur:

II. Familie. Entomophthoraceae.

Pilze mit reich entwickeltem Mycel, welches parasitisch oder saprophytisch in Tieren, seltener in Pflanzen wuchert. — *Empusa Muscae* ruft in jedem Herbste eine epidemische Krankheit der Stubenfliege hervor. Man sieht dann die toten Fliegen in Menge an den Fenstern etc. haften, umgeben von einem gelblichen Hof, welcher aus den abgeschleuderten, klebrigen Sporen besteht. Eben infolge der klebrigen Sporen werden von einer einzigen von dem Pilze befallenen Fliege unzählige andere angesteckt. Bleibt nämlich eine Spore an einer Fliege sitzen, so entwickelt dieselbe sehr bald einen Keimschlauch, der in den Körper eindringt, dort mächtig zu wuchern beginnt und zuletzt das Insekt ausfüllt. Die Conidienträger brechen sodann zwischen den Hinterleibsringen hervor und schnüren in ungeheuren Mengen Conidien ab, die mehrere Centimeter weit abgeschleudert werden und mit einem klebrigen Plasmatröpfchen versehen sind.

Eine grosse Anzahl anderer Arten von *Empusa* ist bekannt, von welchen nicht wenige seuchenerregend auftreten können, so z. B. *E. Aulicae* auf den Raupen der forstverwüstenden Eule (Noctua pi-

niperda), *E. Culicis* auf Stechfliegen, *E. Planchoniana* auf Blattläusen.

In ähnlicher Weise verhalten sich die meisten Arten der nahe verwandten Gattung *Entomophthora*, wie z. B. *Entom. sphaerosperma* (= *E. radicans*), von welchem Pilze sehr viele Insekten befallen werden, vor allem aber die Raupen des Kohlweisslings, *E. Aphidis* auf verschiedenen Blattläusen u. s. w. — *Tarichium megaspermum* bringt unter den Raupen der Wintersaateule eine schnell um sich greifende Epidemie hervor, die schwarze Muscardine, welche in kurzer

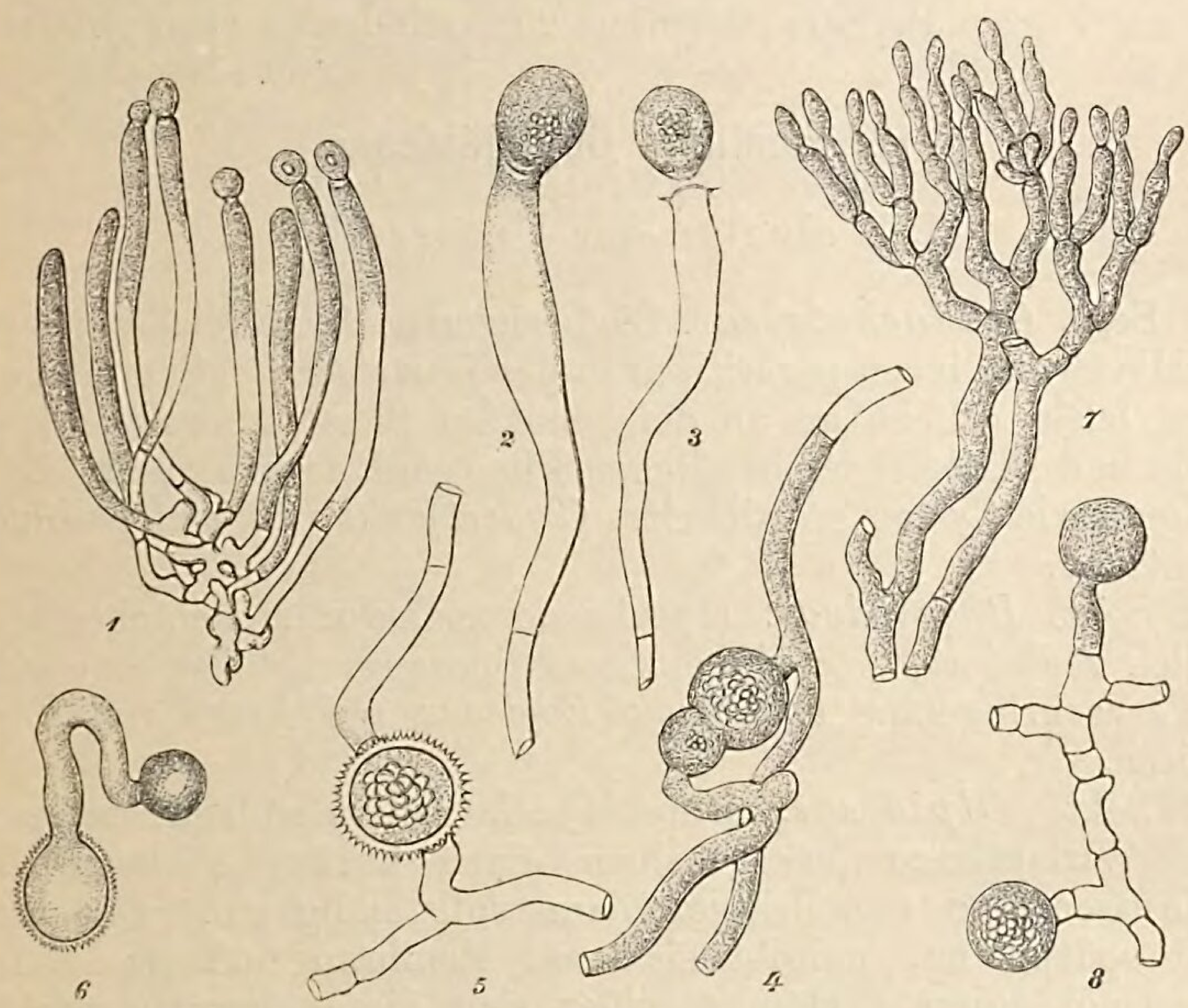


Fig. 26. *Entomophthoraceae. 1—6 Conidiobolus utriculosus.* *1* Ein Stückchen Mycel mit Conidienträgern. *2* Ein einzelner Conidienträger, welcher in *3* die Conidie abschleudert. *4* Conjugation zweier Fruchtträgeranlagen. *5* Die daraus hervorgegangene Dauerspore. *6* Das Auskeimen der letzteren zum Conidienträger. *7, 8 Entomophthora radicans.* *7* Verzweigte Conidienträger. *8* Ungeschlechtlich entstandene Dauerspore (nach Brefeld, *1* $^{80}/_{1}$, *2, 3, 6* $^{200}/_{1}$, *4, 5* $^{150}/_{1}$). Tavel.

Zeit die befallenen Individuen zu schwarzen, steifen Mumien macht. *Basidiobolus ranarum* lebt saprophytisch auf den Exkrementen von Fröschen.

3. Unterreihe. Chytridiales.

Wasserpilze oder Organismen, welche ihre Fortpflanzung nur im Wasser zu bewerkstelligen vermögen. Stets entwickeln sich Schwärmsporangien. Eine sehr starke Reduktion zeigen die Chytridiales in Bezug auf das Mycel, welches bei den meisten Vertretern nur äusserst schwach entwickelt ist, bei einer grossen Anzahl sogar völlig fehlt. Das Individuum besteht dann nur aus einem grossen sackartigen Sporangium. Häufig machen diese Sporangien eine Ruheperiode durch, indem sie die Gestalt einer starkwandigen

Spore annehmen (Cyste oder Dauersporangium). Die Keimung derselben erfolgt fruktifikativ, indem ungeschlechtliche Schwärmer entlassen werden. Geschlechtliche Fortpflanzung ist bisher mit Sicherheit noch nicht festgestellt worden. Es kommt zwar bei einigen Arten zu einem Verschmelzen von Myceliästen und darauffolgender Bildung von Dauersporen, ein Vorgang, der an das Verhalten der Entomophthoraceen erinnert, aber auch als Fusion zur Kräftigung der zur Sporenbildung zu schwachen Mycelien gedeutet werden kann, welche mit einem Geschlechtsakte nichts zu thun hat. — Ob wirklich alle hieher gezogenen Gattungen untereinander auch wirklich in näherer Verwandtschaft stehen, ist zum mindesten noch zweifelhaft!

12. Familie. Chytridiaceae.

Die einzige der Unterreihe.

1. Sekt. *Cladochytrieae.* Sie besitzen noch ein reiches, aber sehr zartes Mycel und leben parasitisch in den Geweben von Sumpfpflanzen. Sie sind leicht erkennbar an den dunklen Flecken, welche sie auf Stengeln und Blättern der befallenen Pflanzen hervorbringen. Sowohl Sporangien wie Cysten entwickelt. *Cladochytrium Butomi* in *Butomus* schmarotzend.

2. Sekt. *Rhizidieae.* Mycel zwar noch vorhanden, aber ausserordentlich reduziert, nur ein einziges Sporangium oder eine einzige Cyste hervorbringend. *Polyphagus Euglenae*, auf Arten von *Euglena* parasitisch.

3. Sekt. *Olpidieae.* Ohne Mycel. Die Schwärmer setzen sich an die Wirtspflanze fest, treiben einen kurzen Schlauch durch deren Aussenwand und dringen dann vollständig ein. Das Plasma schwillt sodann an, umgibt sich mit Membran und wird so zum Schwärmsporangium. Häufig bildet sich dieses letztere noch zur Cyste um. — *Olpidium Lemnae* in den Epidermiszellen der Arten von *Lemna.* — *Pseudolpidium Saprolegniae* lebt in den Schläuchen von *Saprolegnia*-Arten.

4. Sekt. *Synchytrieae.* Ohne Mycel. Die Sporangien gehen nicht direkt aus den keimenden Schwärmern hervor, sondern erst aus gebildeten Sporangienmutterzellen. Die Schwärmer dringen in die Wirtspflanzen ein, schwellen zu grossen Kugeln an und umgeben sich mit Membran. Diese letztere wird dann wieder abgestreift und das Plasma zerfällt in zahlreiche Portionen, von denen jede zu einem Sporangium wird. *Synchytrium Succisae* auf *Succisa pratensis*, andere Arten, so *S. Anemones* auf zahlreichen Phanerogamenarten verbreitet.

2. Klasse. Mesomycetes.

Das Mycel ist von Anfang an vielzellig. Die ungeschlechtliche (oder doch nur ausnahmsweise geschlechtliche) Fortpflanzung geschieht entweder durch Sporangien, welche nach Form, Grösse

und Sporenzahl verschieden sind oder durch Conidien, deren Conidienträger in Form, Grösse und Sporenzahl variieren.

1. Unterklasse. Hemiasci.

Die Fortpflanzung vollzieht sich durch Sporangien mit grosser und unbestimmter Anzahl von Sporen (Uebergang zu den *Ascomyceten* vergl. S. 85).

I. Reihe. Gymnohemiasci.

Sporangien frei, nicht von einem Hyphengeflecht kapselartig umschlossen.

13. Familie. Ascoideaceae.

Das Mycel besteht aus reich verzweigten, dicken Hyphen, an deren Aesten anfangs beträchtliche Mengen von auffallend grossen, aber in ihrer Grösse sehr verschiedenen Conidien abgeschnürt werden. Nachdem so längere Zeit hindurch nur Conidien gebildet wurden, werden allmählich immer mehr Sporangien erzeugt, bis zuletzt die Conidienbildung vollständig von der Sporangienbildung abgelöst wird. Dieselben entstehen an denselben Aesten wie die Conidien, unterscheiden sich jedoch leicht von diesen durch ihre Sporenbildung im Innern. Die Sporen werden in grosser Anzahl hervorgebracht, sind sehr klein und von kappenförmiger Gestalt. Bei der Reife des Sporangiums werden die Sporen — eingelagert in einer stark quellbaren Zwischensubstanz — wurstartig durch den Scheitel des Sporangiums nach aussen gedrängt. In die fast von Sporen entleerte Sporangiumhülle wächst nun die Achse wieder nach und bildet darin ein neues Sporangium, was sich mehrmals (bis 12 mal) wiederholen kann. Es ist dann das jüngste Sporangium in die Membranen der früheren schon entleerten eingeschachtelt.

Ascoidea rubescens, die einzige Art dieser Familie, lebt im Saftfluss umgehauener Buchen und bildet eine rötliche, dickflüssige Masse von unregelmässigem Umriss.

14. Familie. Protomycetaceae.

Die Fortpflanzung ist dieselbe wie bei den Ascoideaceae durch Conidien und freie Sporangien. Sie sind jedoch ausgezeichnet durch die Bildung von Chlamydosporen. Die Zellen des stark verzweigten Mycels bilden sich zu den letzteren um, indem sie anschwellen, sich mit einer starken Membran umgeben, und dadurch frei werden, dass bei ihrer Reife die, die einzelnen Sporen noch verbindende, Hyphenmembran verschwindet. Die Chlamydosporen keimen fruktifikativ, d. h. sie wachsen zu Sporangien aus, sobald sie durch Verwitterung ihrer Nährpflanze frei geworden sind. Die Conidien wachsen zu Mycelfäden aus, wenn sie auf die geeignete Nährpflanze gelangen. Die Hyphen dringen in dieselbe ein und durchziehen

intercellulär das ganze Gewebe. Kommen jedoch die Conidien in eine Nährflüssigkeit, so fangen sie an, unbegrenzte Sprossungen von Zellen, welche ihnen selbst durchaus ähnlich sind, auszuführen, welche so lange andauern, als Nährstoffe zur Verfügung stehen. Es können durch solche Sprossungen Sprossverbände von ziemlicher Ausdehnung entstehen, welche aber schliesslich in die einzelnen Glieder zerfallen. Durch den Vergleich mit Wachstumsvorgängen bei *Ascoidea* lässt sich feststellen, dass diese Sprossungen nichts anderes sind, als eine Conidienbildung direkt von der Conidie selbst aus, wobei es eben nicht zur Bildung eines Conidienträgers kommt. Man nennt diese unmittelbare Conidienbildung, wo also vegetative Zwischenzustände fehlen, Hefesprossung.

Genau dieselben Sprossungen finden wir nämlich in der Wein- oder Bierhefe und man ist daher sehr versucht, die *Saccharomyceten* hieher zu stellen. Da aber auch noch bei anderen, höheren Pilzen ähnliche Wuchsvorgänge bekannt sind, es auch noch nicht gelungen ist, aus den Sporen der Arten von *Saccharomyceten* die höheren Fruchtformen zu erziehen, so sollen die letzteren vorläufig an anderer Stelle besprochen werden.

Die Protomycetaceae werden allein repräsentiert durch die Gattung *Protomyces*, deren Arten an Stengelteilen und Blättern von Pflanzen oft auffallende gallenartige Schwielen bilden. — *P. macrosporus*, auf Umbelliferen, bringt gelbe Schwielen hervor.

2. Reihe. Carpohemiasci.

Sporangien stets von einem starken Hyphengeflecht umschlossen.

15. Familie. Thelebolaceae.

Das Mycel ist reich verzweigt. Die Fruchtanlagen werden gebildet durch eine Verknäuelung kurzer Seitenzweige. Innerhalb dieses Knäuels entsteht das allmählich stark heranwachsende, blasenartige Sporangium, welches eine sehr starke Membran besitzt und durch ein, immer dichter werdendes Geflecht von Hyphen kapselartig umschlossen wird. Am Grunde des Sporangiums ist eine einzige Stielzelle zu konstatieren, welche vollständig gleichwertig ist dem langgestreckten Sporangienträger von *Mortierella* (vergl. S. 70). Das Sporangium bleibt aber stets vom Hyphengeflecht umhüllt und wird nicht darüber hinausgehoben wie bei *Mortierella*. Bei der Reife reisst das Sporangium am Scheitel auf, und die zahlreichen Sporen werden mit grosser Kraft herausgeschleudert.

Thelebolus stercoreus ist die einzige Art dieser Familie, welche auf Mist von Hasen, Kaninchen und Rehen vorkommt.

2. Unterklasse. Hemibasidii.

Parasiten. Aus den Zellen des Mycels werden stets Chlamydosporen gebildet, bei deren Keimung Conidienträger hervorgehen.

Die letzteren sind ungeteilt oder mehr oder weniger häufig quergeteilt, und bringen Conidien in variabler Anzahl hervor.

3. Reihe. Protohemibasidii.

Die Conidienträger sind mehr oder weniger reichlich quergeteilt, die Conidien entstehen deshalb vorwiegend an der Seite derselben.

16. Familie. Ustilaginaceae. *Brandpilze.*

Der Entwickelungsgang dieser, der Kultur unserer Getreidearten oft so ausserordentlich schädlichen Pilze soll eingehender besprochen werden.

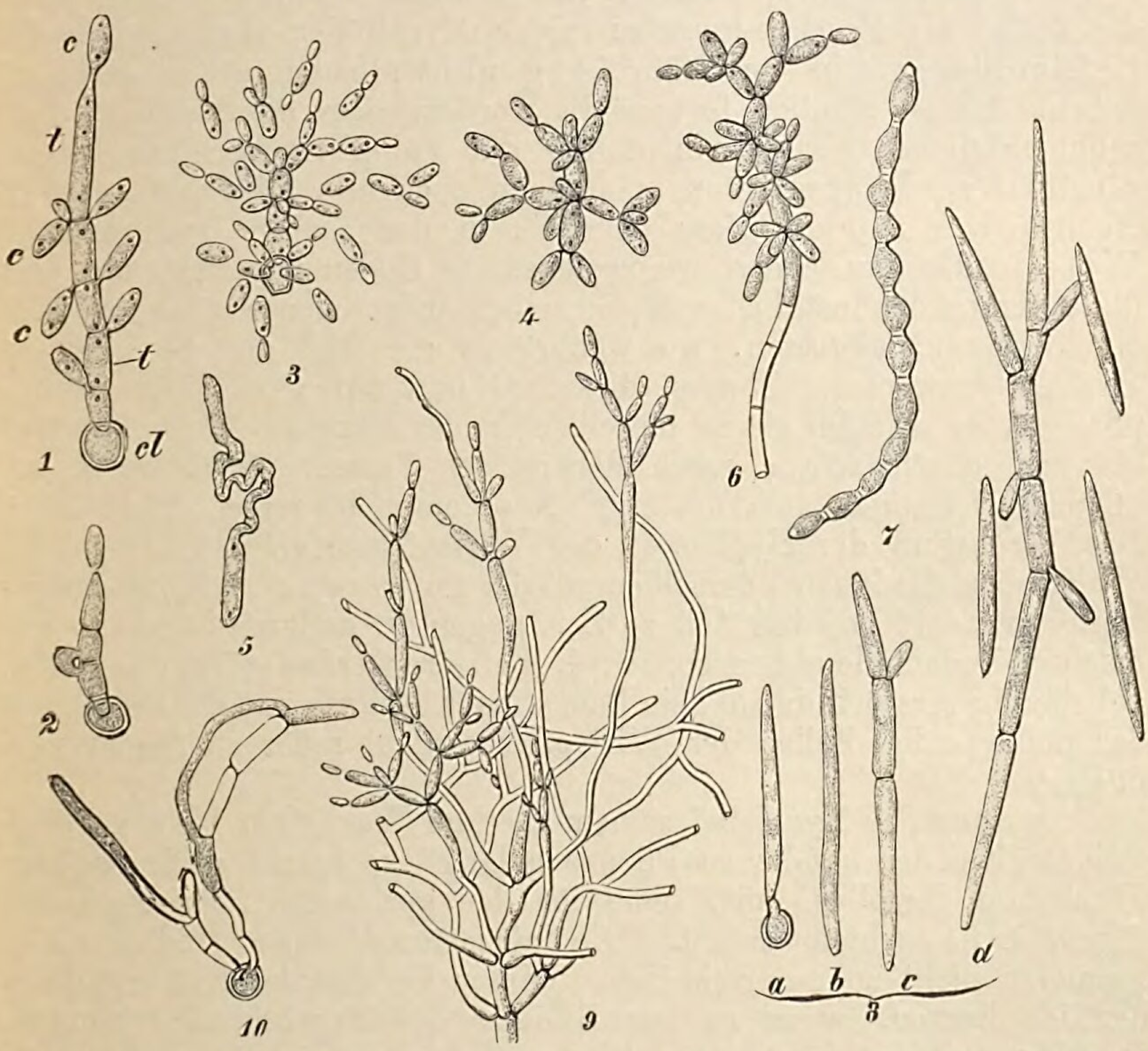


Fig. 27. *1—6 Ustilago segetum.* *1* In Nährlösung keimende Brandspore. *2* In Wasser keimende Brandspore mit einer Fusion. *3* In Nährlösung liegender, von abgefallenen, sprossenden Conidien umgebener Keimling. *4* Sprossverband von Conidien. *5* Vegetativ auskeimende Conidie. *6* Zur Conidienbildung übergegangener Mycelfaden. *7 Ustilago olivacea*, in der Bildung von Brandsporen begriffener Faden; die Anschwellungen sind die Sporenanlagen. *8 Ustilago longissima*, *a* keimende Brandspore; *b* die abgeschnürte Conidie schwillt an und teilt sich durch Querwände *c*, worauf neue Conidien aus ihr hervorsprossen, *d*. *9 Ustilago Panici miliacei*, ein Mycelabschnitt mit Conidienträgern. *10 Ustilago Krameri.* Vegetativ auskeimende Brandspore (nach Brefeld, *1, 2* $^{450}/_1$; *3* $^{200}/_1$; *4, 5, 6* $^{350}/_1$; *7, 8* $^{400}/_1$; *9, 10* $^{250}/_1$. Tavel.

Die Brandsporen des auf Hafer gedeihenden Pilzes, *Ustilago segetum* (Fig. 27) treten in den Spelzen anstatt der Körner als ein dunkelbraunes Pulver auf und sind nichts anderes als derbwandige, braune

Chlamydosporen. Dieselben sind imstande, lange Jahre auszudauern und trotzdem ihre Keimkraft in ursprünglicher Weise zu erhalten. In Wasser oder Nährlösungen gebracht, keimen sie sehr bald, indem sie einen kurzen, 3—4 zelligen Fruchtträger aussenden, aus dessen Einzelzellen seitlich längliche Conidien hervorsprossen. Diese lösen sich bei ihrer Reife los, und es werden von demselben Fruchtträger je nach der Menge der gebotenen Nährstoffe mehr oder weniger, oft ungeheuer viele neue Conidien gebildet. Sie können bei genügender Menge von flüssigen Nährstoffen in derselben Weise, wie wir es bei *Protomyces* gesehen haben, sofort mit Hefesprossungen beginnen, wodurch in kurzer Zeit unendliche Mengen von Individuen erzeugt werden. Sobald aber nun die Nährstoffe verbraucht sind, wachsen die gebildeten Conidien sowohl wie die Zellen des Fruchtträgers zu zarten Mycelfäden aus, — falls die Hefesprossungen in der Nährlösung nicht allzulange Zeit gedauert haben. Es ist nämlich festgestellt worden, dass die Conidien nach zehnmonatlicher Kultur vollständig die Fähigkeit verloren hatten, vegetativ zu keimen, wenn man ihnen auch alle Nährstoffe entzog. Nehmen wir nun an, dass der Pilz in der soeben beschriebenen Weise in düngerreichem, wenig feuchtem Boden vegetiert und dass die Nährstoffe allmählich von demselben aufgesogen werden; so wird ein Zeitpunkt eintreten, wo wenigstens ein Teil der Conidien zu Hyphen auswächst. Stossen dieselben nun auf ganz junge Keimpflanzen, so dringen sie in dieselben in der Nähe des Wurzelknotens ein und durchwachsen rasch den ganzen Spross. In ältere Keimpflanzen vermögen sich die Hyphen schon nicht mehr einzubohren. Das Wachstum der Hyphen in der Wirtspflanze erfolgt nun in der Weise, dass das Plasma derselben mit der fortwachsenden Spitze immer weiter wandert und von Zeit zu Zeit gegen die dadurch inhaltslos gemachten Fadenteile abgegrenzt wird. Letztere werden später allmählich vollständig zerstört, da sie kein Leben mehr besitzen und der Streckung der umliegenden Zellen der Wirtspflanze nicht mehr zu folgen vermögen.

Ist nun das Mycel bei seinem raschen Wachstum bis zur Vegetationsspitze der befallenen Pflanze gelangt, so macht es das weitere Wachstum derselben mit, ohne ihr den geringsten Schaden zuzufügen, d. h. es bleibt latent. Die infizierten Pflanzen sind von den gesunden nicht zu unterscheiden. Dieser Unterschied tritt erst dann deutlich hervor, wenn es zur Bildung der Fruchtknoten kommt. Das Mycel dringt in dieselben ein, verzweigt sich in ihnen sehr stark und wandelt seinen gesamten Inhalt zu Chlamydosporen um. Die Hyphenfäden teilen sich zu diesem Zwecke in sehr zahlreiche kurze Gliederzellen, welche allmählich ein wenig tonnenförmig anschwellen. Die Membran derselben quillt stark auf und das Plasma scheidet eine neue, starke Membran aus, welche sich nachträglich in eine dickere, dunkel gefärbte, äussere Schicht, das Exospor und in eine zarte, farblose, innere Schicht, das Endospor differenziert. Durch diese ungemein reichliche Chlamydosporenbildung werden alle die reichen Nährsäfte, die den Sexualorganen der Haferpflanze zu-

strömen, verbraucht, und es kommt nicht mehr zur Ausbildung von Früchten; die gesamten weiblichen Organe der befallenen Pflanzen werden vollständig desorganisiert. — So wie *Ust. segetum* verhält sich noch eine grosse Anzahl anderer Arten dieser Gattung. Für dieselben ist charakteristisch, dass sie nur in die jüngsten Keimpflanzen einzudringen vermögen, dass sie bis zur Vegetationsspitze vordringend mit dieser stetig weiterwachsen, latent bleiben, d. h. keinerlei Krankheitserscheinungen hervorbringen, bis die Fruchtknoten zur Ausbildung gelangen, welche sie dann durch ihr enormes Wachstum und die Bildung der Brandsporen völlig vernichten. — Bei *Ustilago Maydis* finden wir jedoch in mancher Beziehung andere Verhältnisse. Befällt dieselbe junge Keimpflanzen des Mais, so tötet sie dieselben. Sie ist aber auch befähigt, in die Gewebe der erwachsenen Pflanze einzudringen und dort überall unbeschränkt sich auszubreiten. Die von der Krankheit befallenen Gewebe werden zu starkem Wachstum (Hypertrophie) veranlasst, wodurch grosse Anschwellungen an der Pflanze entstehen, in denen sich die Brandsporen in riesiger Menge entwickeln. Die Gewebe der Pflanzen, in welche der Pilz nicht eingedrungen ist, bleiben vollständig normal.

Bei anderen Arten der Brandpilze treffen wir mancherlei morphologische Verschiedenheiten von den soeben besprochenen. — *Ustilago longissima* z. B. welche auf *Glyceria* parasitiert, treibt aus seinen Chlamydosporen einen kurzen Fruchtträger, an dem die spindelförmigen Conidien gebildet werden (Fig. 27. *8*). Diese wachsen wieder zu kurzen quergeteilten Hyphen heran und dann erst beginnen sie mit der Bildung von Conidien. Man sieht also, dass hier die Conidien immer erst einen Fruchtträger entwickeln, ehe sie zur Bildung von neuen Conidien schreiten. Eine direkte Hefesprossung kommt hier nicht vor. — *Ustilago Panici miliacei*, der *Hirsebrand*, treibt bei Wachstum in Wasser aus seinen Chlamydosporen Fruchtträger, deren Conidien mit dem Fruchtträger in Verbindung bleibend, sofort zu Mycelien auswachsen. Erst an diesen Mycelfäden erfolgt dann die Bildung von Conidienträgern, an welchen reichlich Sporen gebildet werden (*9*). Letztere beginnen mit Hefesprossungen. — Bei *Ustilago Hordei*, dem Brandpilz des Weizens und der Gerste, und noch anderen Arten wachsen die Zellen des Fruchtträgers direkt zu Mycelien aus, ohne dass Conidien gebildet worden wären. Auch diese Mycelien erzeugen keine Conidien, sondern sie bleiben vegetativ. Und doch sind die Brandsporen dieser Arten ohne jeden Zweifel als morphologisch völlig gleichwertig den Chlamydosporen der übrigen Arten dieser Gattung anzusehen.

4. Reihe. Autohemibasidii.

Fruchtträger ungeteilt, die Conidien entstehen am Ende des kurzen Trägers.

17. Familie. Tilletiaceae.

Sie verhalten sich in den wesentlichsten Punkten ganz wie die Ustilaginaceae. Sie dringen auf ähnliche Weise in die Nährpflanze

ein, wachsen im Vegetationspunkt latent mit und bilden die Chlamydosporen ganz ebenso wie wir es bei *Ustilago segetum* gesehen haben. Doch ist hervorzuheben, dass *Tilletia Tritici* (Fig. 28) eine der am besten bekannten Arten dieser Familie, zweierlei Conidien besitzt. Die Chlamydospore keimt, indem sie einen dicken Keimschlauch austreten lässt, der meist kurz bleibt, aber manchmal auch, besonders wenn er die Oberfläche des Wassers erreicht, ziemlich lang wird. In letzterem Fall wandert das Plasma immer der schnellwachsenden Fadenspitze nach, indem es sich nach dem leeren Hinterende hin durch Querwände abgliedert. Am Ende des kurzen oder an die Wasseroberfläche gelangten, längeren Conidienträgers, also auch hier nur an der letzten oder obersten Zelle entstehen die fadenförmigen

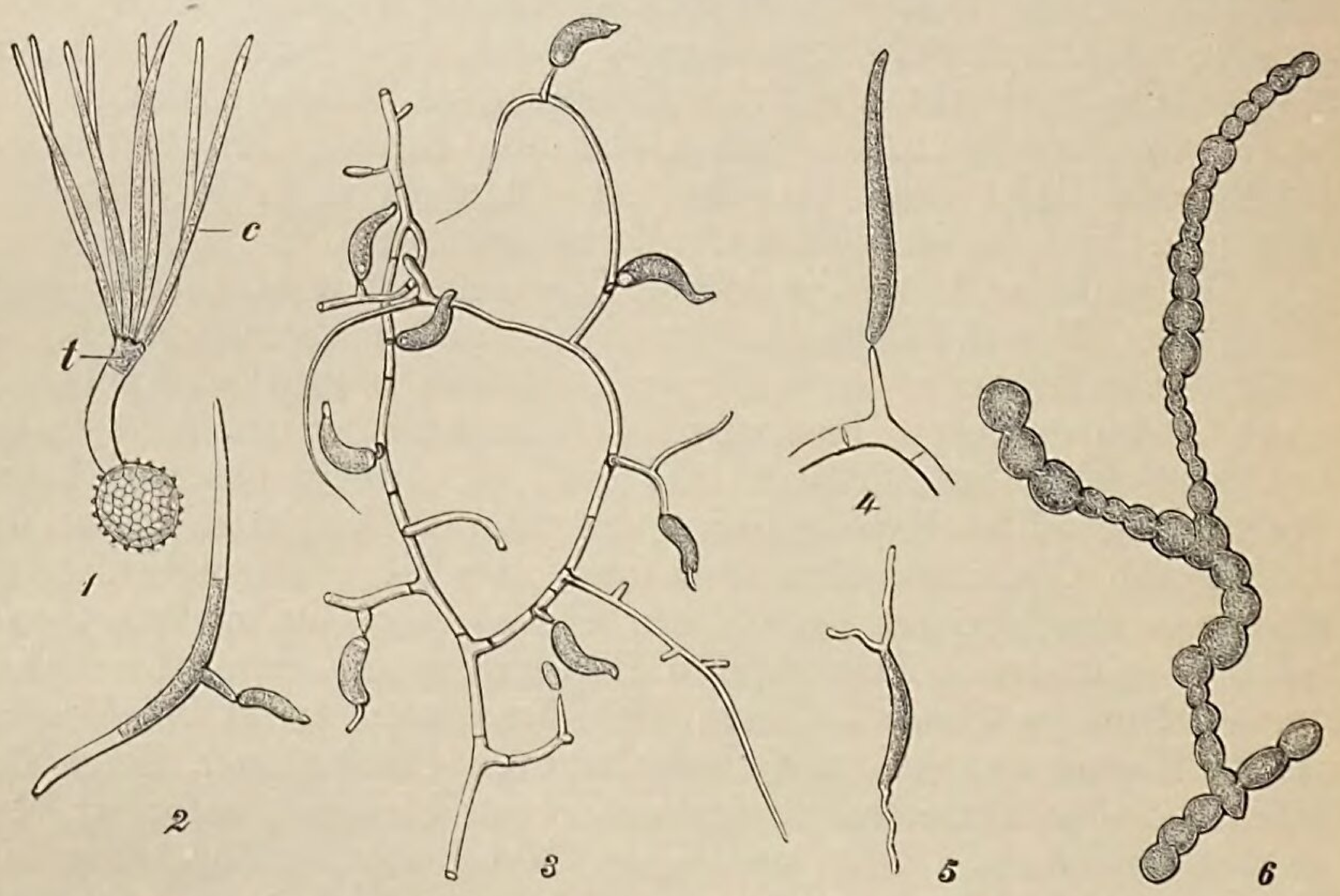


Fig. 28. *Tilletiaceae. Tilletia Tritici.* *1* Keimende Brandspore. *2* Keimende, fadenförmige Conidie mit einer Sekundärconidie. *3* Mycelabschnitt mit sichelförmigen Conidien. *4* Fadenförmige Mycelconidie. *5* Keimende sichelförmige Conidie. *6* Mycelfaden, in Nährlösung gezogen, im Begriff der Bildung von Brandsporen; jede Anschwellung wird zur Spore (nach Brefeld, *1* $^{300}/_1$; *2, 4, 5* $^{400}/_1$; *3* $^{350}/_1$). Tavel.

Conidien in unbestimmter Anzahl (von 4—12) wirtelig gestellt. In diese Conidien entleert sich das Plasma des Keimschlauches, worauf sie an ihrer Basis durch eine Querwand geschlossen werden. Dieselben keimen sehr rasch, treiben einen dünnen Keimschlauch, welcher, sobald er an die Luft gelangt, eine einzige sichelförmige Conidie bildet, oder bei reichlicher Ernährung lange Mycelien, an deren kurzen Seitenzweigen je eine Conidie von derselben Form erzeugt wird. Zwischen den beiden Conidienformen gibt es Uebergänge, doch treten dieselben nur verhältnismässig selten auf. Die zwei Formen sind als Entwickelungsglieder einer und derselben Fruchtform anzusehen, welche eine dimorphe Ausbildung oder Spaltung erfahren hat. Als die höhere Fruchtform der beiden ist die primäre

mit den fadenförmigen Conidien anzusehen, denn hier ist die Stelle, an welcher die Conidien gebildet werden, also das Ende des Keimschlauches, eine streng lokalisierte geworden. Der Keimschlauch hat die Form einer Basidie angenommen, doch ist die Zahl der abgeschnürten Sporen noch eine völlig unbestimmte.

Es gehören auch zu den *Tilletiaceae* eine ganze Anzahl von Formen, welche der Landwirtschaft grossen Schaden zuzufügen vermögen. So vor allem die eben erwähnte *T. Tritici*, der Stinkbrand, welcher alle Fruchtknoten der infizierten Individuen mit einer feuchten, schmierigen, nach Häring riechenden Masse (aus den Chlamydosporen bestehend) erfüllt. In ganz ähnlicher Weise tritt *Till. Secalis* auf Roggen oft pestartig auf. — *Urocystis occulta*, zerstört nicht die Fruchtknoten selbst, sondern tritt am Stengel und den Blättern der befallenen Pflanzen (Roggen) in langen grauen Streifen auf, in denen das schwarze Sporenpulver in grosser Menge verborgen liegt. Die befallenen Pflanzen werden deformiert, oft unförmlich verkrümmt und bilden nie Körner aus. Es gehören zu der Familie noch eine grosse Anzahl von Gattungen und Arten, welche aber alle in einigermassen übereinstimmender Form auftreten und für die Landwirtschaft weniger oder nicht von Gefahr sind.

3. Klasse. Mycomycetes.

Das Mycel ist stets vielzellig. Die Fortpflanzung geschieht nur auf ungeschlechtlichem Wege, entweder durch Sporen, welche in einem Ascus, d. h. in einem Sporangium entstehen, welches nach Form, Grösse und Sporenzahl bestimmt geworden ist, oder durch solche Sporen, welche an einer Basidie, d. h. einem Conidienträger von ganz bestimmter Form und Grösse, an bestimmter Stelle und in bestimmter Anzahl abgegliedert werden.

1. Unterklasse. Ascomycetes.

Stets sind Ascen vorhanden, meist aber auch noch niedrigere Fruchtformen (Nebenfruchtformen): Conidien und Chlamydosporen. Sie unterscheiden sich von den Hemiasci dadurch, dass ihr Ascus immer nur eine ganz scharf normierte Zahl, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, von Sporen enthält, während bei jenen im Sporangium beliebig viele Sporen enthalten sein können.

Der Ascus entsteht meist an den Enden von Mycelfäden und ist nichts anderes als eine blasenförmig, keulen- oder schlauchförmig angeschwollene Zelle (ganz wie bei einem Sporangium). In der langsam sich vergrössernden Zelle liegt ein grosser Zellkern, welcher allmählich mehrmals Zweiteilungen erfährt. Wenn dann 2, 4 oder 8 Kerne entstanden sind (aber bei den einzelnen Arten ist die Zahl der Teilungen eine ganz feste und bestimmte), so ballt sich um dieselben reichlich Plasma herum und es wird eine Membran ausgebildet, die allmählich an Dicke zunimmt. Es wird aber nie alles

Plasma des Schlauches verbraucht, ein Teil desselben bleibt zwischen den Sporen liegen und trägt viel zur Verbreitung derselben bei (Periplasma). Es kommt auch bei einzelnen Arten vor, dass sich der primäre Kern des Schlauches gar nicht teilt und dass dann nur eine einzige Spore zur Bildung kommt. Meist jedoch gelangen 8 Sporen im Ascus zur Entwickelung. Die gebildeten Sporen sind anfangs erst einzellig, es kommt aber nicht selten vor, dass in ihnen noch während sie im Ascus liegen Quer- und Längswände auftreten, so dass die Sporen mehrzellig werden. Jede dieser Zellen treibt dann einen Keimschlauch aus. Andere Sporen werden erst mehrzellig, sobald sie zur Keimung schreiten, d. h. nachdem sie schon aus dem Ascus entlassen sind. Die gebildeten Sporen werden bei ihrer Reife meist mit grosser Kraft aus dem Ascus geschleudert. Der Schlauch nimmt reichlich Wasser auf, wird dadurch sehr turgescent und seine Membran passiv immer mehr gespannt, bis dieselbe dem Druck nicht mehr widerstehen kann, am Scheitel zerreisst und sich stark kontrahiert, wodurch dann meist der gesamte Inhalt herausgeschleudert wird.

I. Reihe. Exoasci.

Mycel sehr verschiedenartig entwickelt, ausgedehnt und reich verzweigt, oder sehr einfach und mehr oder weniger reduziert, stets in freie Ascen endigend.

18. Familie. Exoascaceae.

Charakter wie der der Reihe.

Die Gattung *Endomyces* zeigt noch mannigfache Anklänge zu den Hemiasci, vor allem zu der Gattung *Ascoidea.* Während aber dort die Sporangien stets Sporen in wechselnder Menge hervorbringen, werden hier in jedem Sporangium (oder besser Ascus) stets nur 4 Sporen zur Ausbildung gebracht. *Endomyces decipiens* lebt parasitisch in grösseren Hutpilzen, deren Fruchtkörper er mehr oder weniger degeneriert. Die Asci entstehen in grosser Zahl an kleinen Aesten der älteren Mycelien. Die Sporen keimen sehr leicht und wachsen sofort wieder zu Mycelien heran. An solchen Mycelien tritt oft eine eigenartige Erscheinung ein. An der Spitze der einzelnen Fäden beginnend und nach unten zu allmählich fortschreitend, zerfallen die Hyphen in die einzelnen Zellen, so dass zuletzt nur noch eine Masse von kleinen stäbchenförmigen Sporen, von Oidien, übrig bleibt: eine Bildung, welche auffallend an die von *Chlamydomucor racemosus* erinnert. Hier verhalten sich jedoch die Oidien bei der Keimung vegetativ, d. h. sie treiben einen Keimschlauch aus, der sich sofort zum Mycel entwickelt. Auch diese Mycelien gehen meist nach kurzer Zeit in der Bildung von Oidien auf, so dass dieser Pilz eine ungeheure Vermehrung erzielt. Aber ganz ähnlich wie bei *Chlamydomucor* finden wir hier auch noch eine dritte Fruchtform, nämlich Chlamydosporen, welche in den End-

zellen kurzer Seitenzweige zur Entwickelung gelangen. Es kommt auch vor, dass Oidien anschwellen, sich mit einer starken Membran umgeben und so zu Chlamydosporen werden. — Von dieser in morphologischer Hinsicht wichtigen Gattung ist nur noch eine andere Art, *E. Magnusii* bekannt, welche in den gärenden Schleimflüssen der Eichen mit anderen Pilzen, namentlich einer Hefeform und einem Spaltpilz zusammen vegetiert. —

Die Gattung *Taphrina,* zu welcher eine Anzahl die Obstzucht sehr schädigender Pilze gehört, verhält sich in wesentlichen Punkten ganz so wie *Endomyces.* Die Arten dieser Gattung sind Parasiten, deren Hyphen intercellular zwischen Cuticula und der Epidermisaussenwand wuchern. Einzelne der Mycelzellen schwellen schlauchartig an, durchbrechen die Cuticula und bilden in dem aussenliegenden Teil je 4 Ascussporen. Diese beginnen theilweise schon innerhalb des Ascus vor der Ejakulation hefeartig zu sprossen, so dass in kurzer Zeit der ganze Ascus mit Hefeconidien vollgepfropft ist. Später wird der gesamte Inhalt, Conidien und Ascosporen, herausgeschleudert. Auf der geeigneten Nährpflanze keimen dieselben vegetativ aus, und die Keimschläuche dringen wieder durch die Cuticula ein. In passenden Nährflüssigkeiten dagegen setzt sich die Hefesprossung unbegrenzt fort. Die Conidien vermögen zu überwintern und im nächsten Jahre die Nährpflanzen wieder zu befallen. — Die Gattung *Exoascus* ist nur dadurch von *Taphrina* unterschieden, dass sie 8sporige Asci ausbildet, dass die Ascussporen im Schlauche noch nicht zu keimen anfangen, und dass das Mycel in jungen Trieben latent ausdauert und sich beim Austreiben derselben im Gewebe weiter verbreitet. — *E. Pruni* dringt in die jungen Fruchtanlagen von *Prunus domestica* ein und verhindert die Samenbildung. Die Früchte werden dick sackartig aufgetrieben, bleiben hohl und werden deshalb *Narrentaschen* genannt. — *E. deformans* verursacht die bekannte *Kräuselkrankheit* an den Blättern des Pfirsichs. — Andere Arten dieser Gattung bringen die befallenen Zweige zu abnormen Wachsthumserscheinungen, zu Hypertrophien, so dass dadurch sogenannte *Hexenbesenbildungen* hervorgerufen werden. So vor allem *E. Cerasi* auf Kirschbäumen, *E. alnitorquus* an den weiblichen Blütenständen von *Alnus glutinosa.*

2. Reihe. Carpoasci.

Die Asci entstehen nicht unmittelbar frei am Mycel, sondern an besonderen Fruchtanlagen, welche sich differenzieren in fertile Hyphen, an denen die Asci zur Entwickelung gelangen, und sterile, welche um die Asci durch reiche Sprossung allmählich ein mehr oder weniger dichtes Gehäuse bilden. Es kommt hier also zur Bildung von Fruchtkörpern, vergleichbar denjenigen von *Mortierella* (Zygomycetes) und von *Thelebolus* (Hemiasci). Meist liegen die Asci in diesen Gehäusen aber nicht einzeln, sondern in mehr oder weniger grosser Zahl zusammen, d. h. sie bilden Lager oder Hymenien. In diesen Hymenien steht aber meist nicht Ascus neben

Ascus, sondern zwischen denselben befinden sich zahlreiche aus dem sterilen Gewebe entstandene, unfruchtbare Schläuche, die sogenannten Paraphysen. Die Bedeutung derselben ist bisher noch nicht bekannt. — Die verschiedenartige Ausbildung der Fruchtkörper soll bei der systematischen Gruppierung der Reihen und Unterreihen besprochen werden. —

Neben den Ascosporen finden wir bei den Ascomyceten noch eine ganze Reihe von Nebenfruchtformen, welche sich aber trotz ihres ausserordentlich verschiedenartigen Aussehens alle entweder als Conidien oder als Chlamydosporen erweisen. — Die Conidien können gebildet werden unmittelbar an der Ascusspore, oft schon im Ascus, oder unmittelbar an der Conidienspore, wodurch im letzteren Fall Hefesprossungen entstehen. Oder aber die Ascussporen oder Conidien treiben erst Keimschläuche, an denen dann Conidien abgeschnürt werden. Oder der Keimschlauch wächst erst zum Mycel heran, bis es zur Bildung von Conidien kommt. Hiebei kann man wieder zwei Fälle unterscheiden: entweder werden vom Mycel an ganz beliebigen Stellen Sporen abgeschnürt, oder wir finden Conidienträger, d. h. ausschliesslich zur Sporenbildung angelegte, meist aufgerichtete, oft in sehr auffallender Weise ausgebildete und verzweigte Myceläste. Die Conidienträger zeigen wieder auffallende Verschiedenheiten. Die Sporen können an denselben an beliebigen oder aber an ganz bestimmt fixierten Punkten entstehen. Die Sporen können ferner succedan oder simultan entstehen, d. h. im ersten Falle wird gleich nachdem eine Spore entstanden ist, an derselben Stelle eine neue gebildet und so fort, worauf die erstgebildete Spore abfällt oder aber, wie dies sehr häufig vorkommt, mit den jüngeren Schwestersporen kettenartig im Zusammenhang bleibt. Im zweiten Fall entstehen am Conidienträger zu gleicher Zeit hintereinander eine ganze Anzahl von Sporen, nach deren Abfall keine neuen mehr hervorsprossen. Häufig vereinigen sich die Conidienträger zu dichten Bündeln, welche oft vollständig die Gestalt von Garben besitzen, zu den sogenannten Coremien, oder sie verschlingen sich zu einem festen Lager von unbestimmter Form, einem sogenannten Stroma oder Conidienstroma. Diese Conidienfruchtkörper erreichen oft ansehnliche Grösse, sind krustig oder oft fast steinhart, in ihrem Inneren erfüllt von ungemein dicht verflochtenen Hyphen, deren oberflächlich liegende Aeste überall Conidien abschnüren. Nicht selten ist die Oberfläche des Stroma nicht eben, sondern wird von tiefen Runzeln durchzogen. In diesen Falten erfolgt dann allein das Abschnüren der Conidien. An diese Bildungen schliessen sich direkt die Pycniden an, d. h. die Conidien werden nur noch in den Hohlräumen kugeliger oder flaschenförmiger Gebilde abgeschnürt. Die Pycniden besitzen eine allseitig geschlossene Wandung aus dicht verflochtenen Hyphen, welche einen Hohlraum umschliesst. Diese Höhlung ist vollständig ausgekleidet mit einem Hymenium von conidienbildenden Hyphen. Mit äusserster Schnelligkeit werden grosse Mengen von Conidien erzeugt, so dass bald die ganze Höhlung vollständig damit erfüllt ist. Da nun die Sporen meist von einer Gallerthülle umgeben sind,

so entsteht bei Wasseraufnahme ein starker Druck, infolgedessen die Pycnide an der Spitze aufreisst, und die Sporen, miteinander verklebt, wurstartig herausgepresst werden.

Die Bildung der Chlamydosporen ist lange nicht so verbreitet als die der Conidien. Die Chlamydosporen entstehen sowohl intercalar als an den Enden kurzer Seitenzweige. Sie keimen aber bei den Ascomyceten nie mehr fruktifikativ, sondern immer vegetativ aus, ganz so wie die Conidien, von denen sie oft kaum oder nicht zu unterscheiden sind. Es kommt auch vor, dass Conidien gleich nach ihrer Bildung anschwellen und sich mit einer starken, dunkelgefärbten Membran umgeben und so vollständig die Form und das Aussehen von Chlamydosporen annehmen. — Dass Chlamydosporen in der Form von Oidien auftreten, kommt bei den Ascomyceten zwar vor, ist aber doch ausserordentlich selten. —

Wie wir gesehen haben, sind die Ascomyceten ganz auffallend vielgestaltig (pleomorph), da zu einer und derselben Art eine ganze Anzahl von Fruchtformen gehören kann. Dieselben treten fast durchweg eine nach der anderen auf, so dass man an einem Individuum beim Sammeln meist nur die eine oder die andere Fruchtform in Ausbildung begriffen oder vollendet findet. Stets ist die Bildung der Ascosporen die letzte, diejenige, welche den Entwickelungsgang des Individuums abschliesst. — Auf diese Weise wird erklärlich, dass man von manchen selten zu findenden Formen noch nicht die ganze Entwickelungsreihe konstruieren kann. Es scheint auch sicher zu sein, dass eine Menge von Formen, obgleich sie die allernächste Verwandtschaft zu unzweifelhaften Ascomyceten zeigen, doch lange Zeiträume hindurch nur eine oder einige der Nebenfruchtformen zur Entwickelung bringen, so dass es nicht möglich ist, dieselben ohne weiteres mit Sicherheit zu den Ascomyceten zu bringen. Denn auch bei den Basidiomyceten finden wir ähnliche Fruchtformen. Es empfiehlt sich, solche Formen, welche natürlich mit dem Fortschritte der Wissenschaft immer weniger werden, vorläufig als Anhang der Pilzreihe, als Fungi imperfecti aufzuführen. —

Flechtenbildung.

Da der grösste Teil der flechtenbildenden Pilze zu den Ascomyceten gehört, so soll hier gleich auf diese interessanten Verhältnisse eingegangen werden. —

Die Flechten wurden früher als eine systematische Einheit, als eine Pflanzenklasse angesehen, welche den Pilzen und Algen gleichwertig sein sollte. Erst Schwendener wies darauf hin, dass der oft so ausserordentlich charakteristische und auffallende Flechtenthallus durch Algen und Pilze gemeinsam aufgebaut werde. Durch viele neuere Arbeiten wurde sodann klar gelegt, dass die Flechtenbildung als eine Symbiose zwischen Alge und Pilz aufzufassen sei oder aber als einfacher Parasitismus des Pilzes auf der Alge. —

Was den vegetativen Aufbau der Flechten betrifft, so hat man

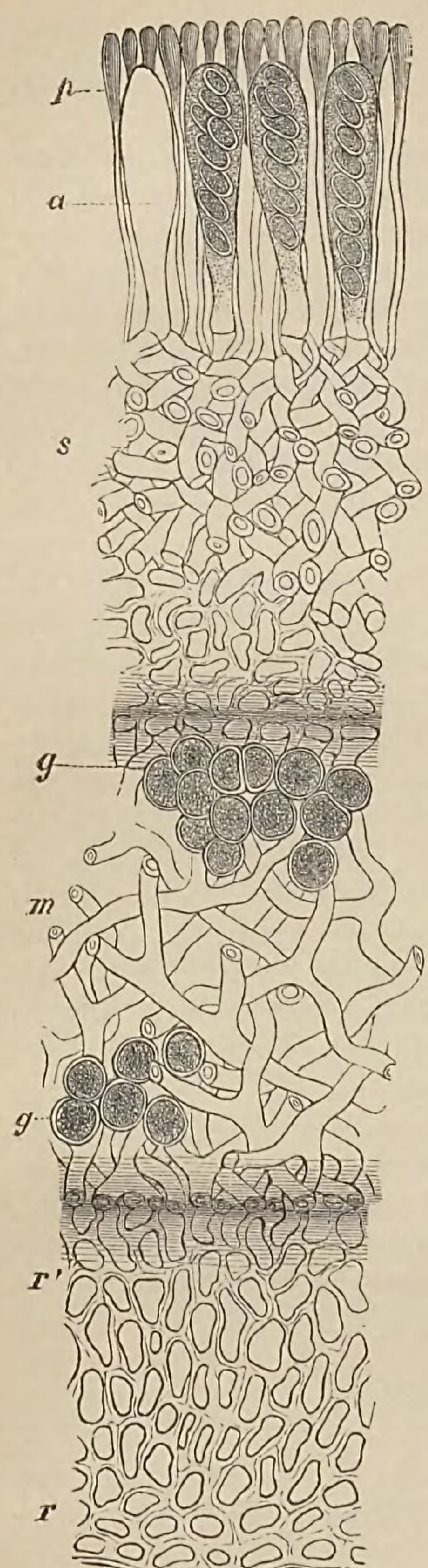


Fig. 29. *Cetraria islandica.* Senkrechter Durchschnitt durch ein Apothecium mit dem darunter liegenden Thallus. *a* Schläuche und *p* Paraphysen, beide das Hymenium bildend. *s* Subhymeniale Schicht. *m* Mark. *g* Gonidien. *r'* Innere farblose und *r* äussere braune Rinde des Thallus. Vergr. cr. 600. (Luerssen.)

zwei ziemlich scharf geschiedene Gruppen zu unterscheiden, welche jedoch mit der gegenwärtig geltenden Auffassung über die Systematik absolut nicht im Einklange stehen: Im einen Fall nämlich schmarotzt der Pilz auf einer Alge oder auf Algenkolonien, welche ihm an Grösse vielfach überlegen sind, und umwuchert oder durchwuchert sie mit seinem Mycel. Dann hat die Flechte im allgemeinen ganz die Form, welche die freie Alge besitzt; man nennt sie homöomere Flechten, d. h. Pilz und Alge sind im Flechtenthallus regellos verteilt und nicht an bestimmte Regionen gebunden. Man kann die homöomeren Flechten wieder einteilen in Fadenflechten und Gallertflechten. Bei jenen umspinnt der Pilz mehr oder weniger dicht lange Fadenalgen, so dass die Flechte vollständig deren Gestalt behält. Bei den Gallertflechten durchwuchert der Pilz in mehr oder weniger lockerer Weise Kolonien von Algen, welche in dicken Gallertmassen eingebettet liegen. Die so gebildete Flechte hat in den meisten Fällen kaum eine andere Form als sie die Algenkolonien besitzen. — Bei den heteromeren Flechten dagegen bildet der Pilz den Hauptbestandteil des Thallus, und er ist es infolgedessen auch, welcher die Gestalt der gebildeten Flechte bestimmt. Doch haben wir auch hier mehrere Entwickelungsstufen zu unterscheiden: So besitzen manche Krustenflechten einen sehr unregelmässigen Thallus und sind nur sehr unvollkommen heteromer. Der Pilz befällt kleine einzellige Algen, umhüllt dieselben, sendet Haustorien in dieselben hinein und schickt nach allen Seiten Mycelien aus, wodurch wieder andere Algen (derselben Art!) ergriffen und mit dem Thallus vereinigt werden. Die befallenen Algen stellen keineswegs ihre Vermehrung ein. Durch reichliche Zweiteilung geben sie vielmehr dem Pilz Gelegenheit, immer mehr Algenzellen zu umwuchern und ihnen Nährstoffe zu entziehen; doch ist es klar, dass die Gestalt des Thallus je nach der Anzahl der ergriffenen

oder neugebildeten Algenzellen (Flechtengonidien) eine verschiedene sein muss. — Bei anderen Krustenflechten dagegen finden wir einen Fortschritt insofern, als der Thallus in verschiedene Gewebepartien zerfällt. Es kommt vor, dass er drei verschiedene Schichten zeigt (Fig. 29), eine aus fest verflochtenen Hyphen gebildete Rindenschicht, eine Algen- oder Gonidienschicht, in welcher sich nur spärliche und lockere Mycelfäden finden und eine lockere, algenlose Markschicht, mit welcher der Thallus dem Substrat anliegt und von welcher aus zahlreiche Haftfasern, Rhizoiden (= Hyphen) abgehen. — Wieder andere verhalten sich zwar ähnlich, aber wir finden bei ihnen eine weitere Schicht, nämlich eine Rindenschicht, welche das Mark gegen das Substrat abgrenzt (Fig. 31) und von der die Rhizoiden (= Haftfasern) abgehen.

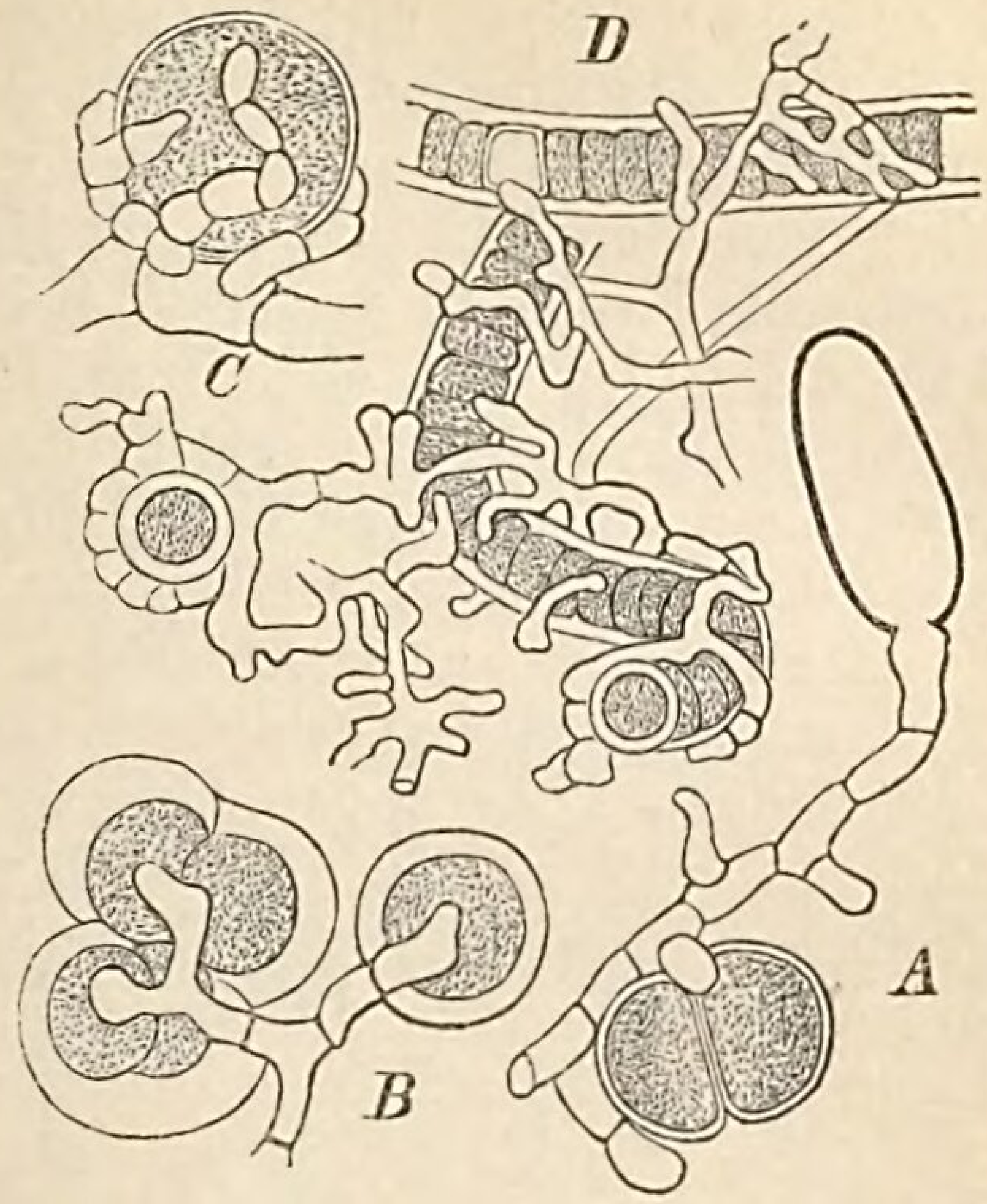


Fig. 30. Flechtengonidien. *A* Keimende Sporen von *Physcia parietina* auf *Protococcus viridis*. *B Synalissa symphorea* mit *Gloeocapsa*. *C Cladonia furcata* mit *Protococcus*. *D Stereocaulon ramulosum* mit *Scytonema*; nach Bornet. Vergr. von *A, B* u. *C* = 950, *D* = 650. (Luerssen.)

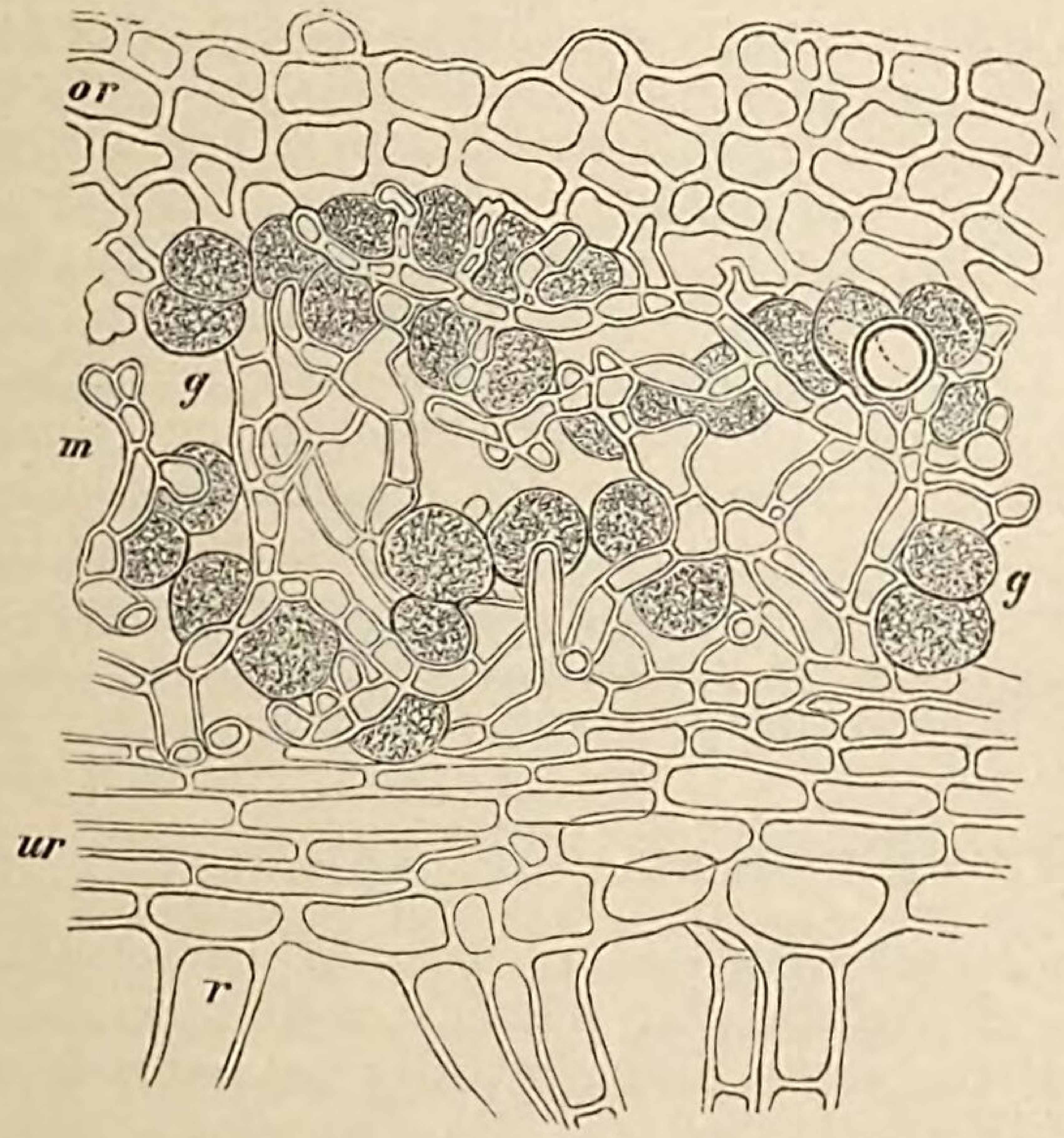


Fig. 31. *Coccocarpia molybdea*. Querschnitt aus dem Thallus (Vergr. 650); nach Bornet: *or* obere und *ur* untere Rindenschicht, *m* Markgewebe, *g* Gonidien, *r* Rhizoiden. (Luerssen.)

Ganz so wie diese letzte Kategorie der Krustenflechten verhalten sich alle Laubflechten, d. h. Flechten, deren Thallus zwar dorsiventral,

aber dem Substrat nicht so angeschmiegt ist wie bei den vorigen. — Bei den Strauchflechten dagegen haben wir im Querschnitt aussen am Thallus einen Ring von Rindengewebe, darauf folgt ein Ring von Gonidien und in der Mitte liegt das Markgewebe, welches, wie es die Mechanik verlangt, bei aufrechten Formen sehr locker, bei hängenden dagegen dicht und fest verflochten ist. — Da nun die flechtenbildenden Pilze sowohl den verschiedenen Gruppen der Ascomyceten als denen der Basidiomyceten angehören können, so ist es klar, dass sich bei denselben ganz ausserordentlich variable Fruchtformen finden müssen. Es ist infolgedessen möglich, sehr viele Formen nach der Ausbildung ihrer Fruktifikationsorgane bei den betreffenden Pilzgruppen unterzubringen. Für alle Flechten ist jedoch ein solcher Anschluss noch nicht gelungen und da bisher durchgreifende Untersuchungen über diese Verhältnisse noch nicht vorliegen, so empfiehlt es sich, die einzelnen Abteilungen der Flechten als Anhang zu den betreffenden Pilzgruppen aufzuführen. —

Die Flechten besitzen sämtlich ein rein vegetatives Vermehrungsorgan, welches nur ihnen im Pflanzenreich zukommt, die Soredien. Gruppen von Algenzellen oder auch selten einzelne Algenzellen lösen sich, von Hyphen umsponnen, vom Thallus los, werden vom Winde weithin vertrieben und wachsen dann wieder je zu einem neuen Thallus heran. Die Soredien werden im Thallus an beliebigen Stellen in grosser Menge gebildet, so dass sie die Rindenschicht auftreiben, zuletzt sprengen und dadurch ins Freie gelangen. Sie sind es hauptsächlich, welche den Flechten ihre weite Verbreitung sichern, denn hier ist ja von vornherein alles gegeben, was die Ausbreitung sichert, die unbegrenzt teilungsfähige Algengonidie und das Mycel, welches die neugebildeten Zellen sofort umspinnt und in gewisser Beziehung auch erhält. Denn unter dem Schutze der dicht verflochtenen Fäden vermögen die feuchtigkeitsliebenden Algen an den trockensten Stellen auszuhalten und sich ungestört weiter zu entwickeln. Es kommt auch vor, dass aus dem Thallus während der Ascusfruchtbildung durch Wachstumsvorgänge Gonidien bis auf das Hymenium vordringen, von den ejakulierten, klebrigen Ascussporen mitgerissen werden und von den auskeimenden Hyphen sofort umsponnen werden können. Wir haben dann im wesentlichen ganz dasselbe Prinzip wie bei der Soredienbildung, nämlich dem Keimschlauch das Suchen (resp. Finden) der passenden Alge zu erleichtern! —

1. Unterreihe. Gymnoascales.

Hier finden wir noch ein primäres Stadium in der Bildung der Fruchtkörper. Dieselben sind nämlich noch nicht vollständig geschlossen, sondern nur von einem gitterartigen Geflecht von sterilen Hyphen umgeben. Sehr schön lässt sich hier auch noch die Entwickelung der Ascusfrucht verfolgen. Die fertilen und sterilen Hyphen entspringen nämlich nebeneinander, aber vollständig getrennt an den Mycelfäden. Während sich erstere nur wenig verzweigen und ihre Enden zu Schläuchen umbilden, beginnen

sich die letzteren reichlich zu verzweigen und umhüllen so zuletzt die Asci, ohne mit ihnen in Berührung zu treten, als eine lockere Hülle.

19. Familie. Gymnoascaceae.

Charakter wie der der Unterreihe.

Gymnoascus Reesii bildet kleine orangefarbige Flöckchen auf altem Pferdemist.

2. Unterreihe. Perisporiales.

Hier erreichen die Ascusfrüchte oft eine ansehnliche Grösse, die sterilen Hyphen verflechten sich zu einer starken Wandung, welche allseitig geschlossen ist. Sie besitzen nicht einmal eine Mündung, um die Sporen zu entlassen. Diese werden erst frei, wenn die Wandung der Ascusfrucht verwittert.

20. Familie. Erysiphaceae. *Mehltaupilze.*

Parasiten auf höheren Pflanzen. Das Mycel ist farblos und bildet auf der Oberfläche der befallenen Pflanzen ein loses Geflecht; es sendet Haustorien in die Epidermiszellen jener hinein. Fruchtkörper (Perithecien) häutig, braun oder schwarz, mit eigenartigen, sehr verschiedenen Anhängseln an der Wandung. Als Nebenfruchtform Conidienbildung. Die Conidien entstehen an einfachen, aufrechten Trägern und bleiben meist in Kettenform mit einander verbunden. — Ehe man den Zusammenhang der Fruchtformen erkannt hatte, wurde das Conidienstadium für eine eigene Gattung gehalten und als *Oidium* bezeichnet. *Sphaerotheca* ist dadurch ausgezeichnet, dass die Ascusfrucht nur einen einzigen Ascus enthält. Mehrere Arten dieser Gattung sind als gefährliche Parasiten bekannt, so vor allem *Sph. Castagnei*, welche die weiblichen Blütenstände des Hopfens befällt und sie vollständig unbrauchbar macht. — *Erysiphe.* Perithecien mehrere Asci einschliessend. — Hier ist vor allem zu erwähnen *E. Tuckeri,* einer der gefährlichsten Feinde des Weinstocks. Ascusfrüchte sind zwar von dieser früher *Oidium Tuckeri* genannten Art noch nicht bekannt, es unterliegt jedoch kaum einem Zweifel, dass der Pilz hieher zu stellen ist; er befällt sowohl Blätter wie Beeren des Weinstocks und verhindert vollständig eine Entwickelung der letzteren. Gewöhnlich wird diese Krankheit des Weinstocks als *Beerenbruch* bezeichnet. — Weniger gefährlich tritt *E. graminis* auf; der Pilz befällt meist in ziemlich unauffälliger Form wildwachsende und kultivierte Gramineen, manchmal jedoch erscheint er auch epidemisch als Mehltaukrankheit des Weizens und vernichtet ganze Felder.

21. Familie. Perisporiaceae.

Meist Saprophyten. Das Mycel ist farblos oder braun. Fruchtkörper und Conidienträger sind meist viel komplizierter gebaut als

bei der vorigen Familie. Es gehören hieher einige der verbreitetsten „*Schimmelpilze*". — *Eurotium herbariorum* hat ein reiches, hyalines Mycel, welches auf fast sämtlichen organischen Substanzen vegetiert. Am besten bekannt ist diese Art durch ihre Nebenfruchtform, welche man früher als *Aspergillus glaucus* (der blaue Schimmel) bezeichnete. Nachdem das Mycel eine gewisse Grösse und Stärke erlangt hat, erheben sich frei zahlreiche, starke, an der Spitze kopfig angeschwollene Hyphen, die Conidienträger; an ihrer Spitze entstehen zuerst zahlreiche kurze Sterigmen, von denen dann lange Ketten von Conidien abgeschnürt werden. Erst nachdem längere Zeit hindurch fort-

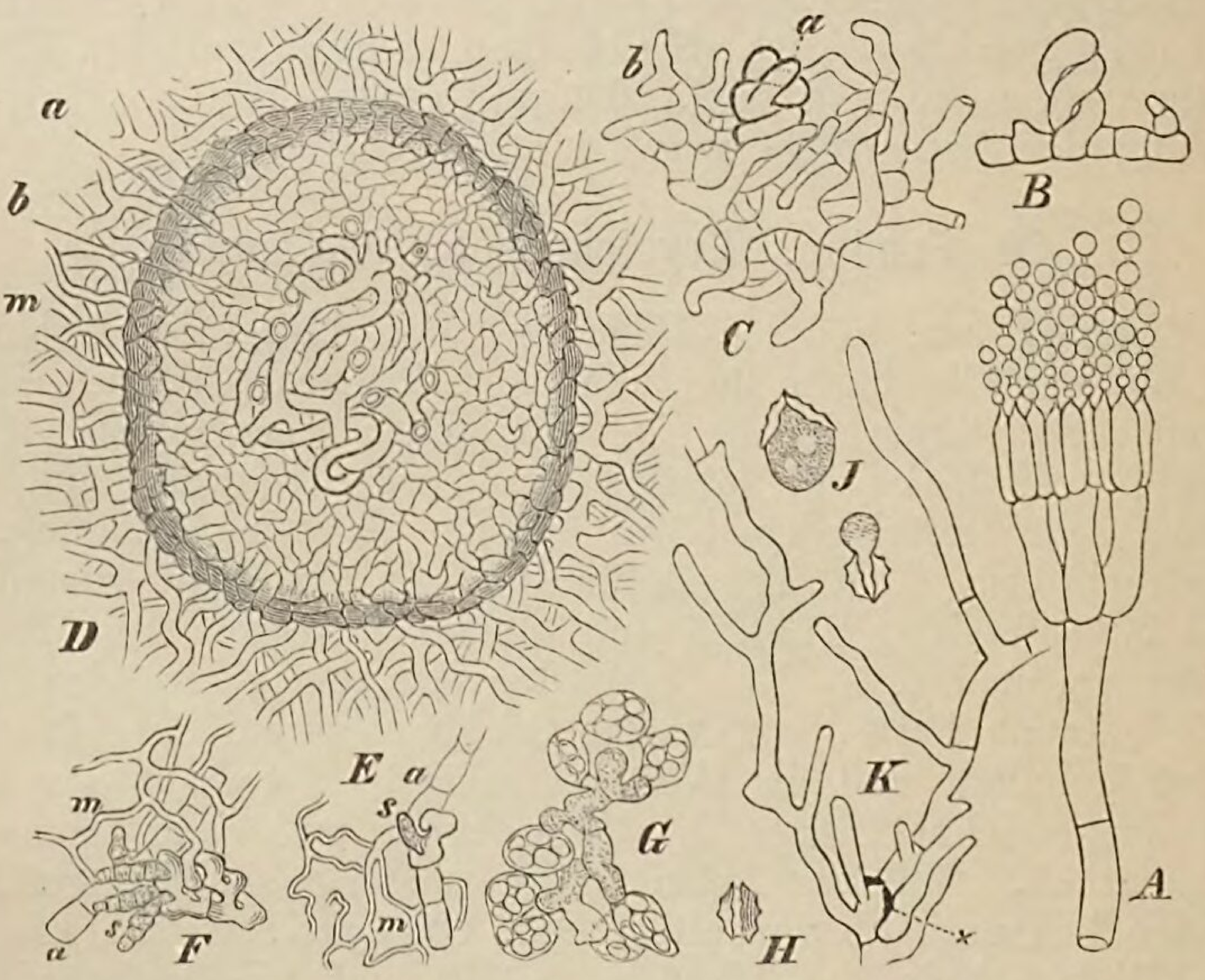


Fig. 32. *Penicillium crustaceum*. *A* Conidienträger. *B* Geschlechtsorgane. *C* Anlage des Fruchtkörpers: *a* das sich weiter entwickelnde Carpogon, *b* sterile Fäden. *D* Sehr junger Fruchtkörper im Querschnitt, *a* ascogene Hyphen, *b* steriler Teil des Fruchtkörpers, *m* Mycelium. *E* und *F* Ascogene Hyphen *(a)* mit jungen Schlauchanlagen *(s)* und sterilen, mycelartigen Fäden. *(m)* aus einem weiter entwickelten Fruchtkörper. *G* Gruppe von Schläuchen mit Sporen, *H* Spore. *J* Keimende Sporen. *K* Junges Mycelium, bei × die Sporen. Nach Brefeld. Vergr. von *A*—*G* = 630, H und J = 800, *H* = 400. (Luerssen.)

während Conidien in ungeheurer Menge gebildet wurden, sieht man am Mycel die Fruchtträgeranlagen auftreten und zwar als schraubenartig gewundene, dickere Hyphen (Carpogon), an deren Basis sterile Fäden aussprossen. Diese verzweigen sich rasch ungemein stark, umhüllen lückenlos die fruchtbaren Hyphen, gliedern sich dann in zahlreiche kurze, fest im Zusammenhang erhaltene Zellen, wodurch die ganze Anlage zu einem festen, pseudoparenchymatischen Körper wird. Erst jetzt treten auch in den fruchtbaren Hyphen Querteilungen auf: es entstehen kurze Aestchen, welche sich wieder verzweigen und zwischen die unfruchtbaren Hyphen eindringen. Die letzten Verzweigungen schwellen schlauchartig an, und

in ihnen bilden sich je 8 Sporen. Während dieses letzteren Prozesses werden die zuerst gebildeten, sterilen, inneren Hyphen allmählich aufgelöst, so dass bei der Sporenreife der Fruchtkörper nur noch eine einschichtige Wandung besitzt. Diese zerreisst und dadurch gelangen die Sporen aus den schon vorher zerflossenen Ascen ins Freie. —

Ganz ähnlich verhält sich *Penicillium crustaceum,* der gemeine Pinselschimmel (Fig. 32), der wie nur wenige andere Pilze auf den schlechtesten Nährsubstanzen sich ungestört zu entwickeln vermag. Doch verläuft hier die Entwickelung der Ascosporen in mancher Beziehung komplizierter, ohne dass diese Vorgänge von grösserer morphologischer Bedeutung wären. Die Conidienträger stellen ebenfalls aufrechte, dicke, gegliederte Fäden dar, welche an der Spitze mehrfach verzweigt sind (dadurch leicht von *Eurotium* zu unterscheiden). Bei reichlicher Ernährung vereinigen sich die Conidienträger häufig zu kräftigen Coremien. Die Ascosporenbildung tritt verhältnismässig nur selten ein, nur auf bestimmten Substanzen (z. B. Brot) und nur im Herbst, nachdem schon unzählige Conidien gebildet wurden. Die Ascosporen überdauern den Winter und keimen im Frühjahr wieder aus.

22. Familie. Tuberaceae.

Das Mycel ist fadenförmig, reich verzweigt und sitzt den Wurzeln meist von Holzpflanzen auf. Die Fruchtkörper werden unterirdisch entwickelt, sie sind knollenförmig, fleischig, ziemlich gross und werden meist von zahlreichen, unregelmässig gewundenen Gängen oder Kammern durchzogen, deren Wände mit dem lockeren Ascohymenium ausgekleidet sind. Die Asci enthalten nur wenige (meist 2 oder 4, selten 8) Sporen. Die Wandung des Fruchtkörper wird oft sehr hart, sie ist pseudoparenchymatisch, ein- oder mehrschichtig. Nebenfruchtformen noch völlig unbekannt. — Hieher gehört eine grosse Anzahl der gesuchtesten Speisepilze. — Besonders ist in dieser Hinsicht die Gattung *Tuber* zu nennen, zu welcher die meisten *Trüffelarten* gehören. — *T. melanosporum*, die echte *Périgordtrüffel* bildet knollenartige, nuss- bis faustgrosse, schwarzrötliche Fruchtkörper, etwa von der Konsistenz einer Kartoffel. Das Innere derselben ist rötlich oder violett oder sogar violett-schwarz und wird von weissen, allmählich sich rötenden Adern durchzogen. Diese Fruchtkörper besitzen einen starken, gewürzigen Geruch und Geschmack und werden deshalb als Delikatessen geschätzt. Schon seit längerer Zeit wird besonders in Südfrankreich und Italien die Périgordtrüffel kultiviert, indem man in zweckmässiger Weise junge Eichenpflanzungen anlegt und dafür sorgt, dass sich im Boden an den jungen Wurzeln das Mycel entwickelt. — Weniger wertvoll ist *T. brumale,* weil ihr Geschmack und Geruch dem Aroma der vorigen Art bei weitem nicht gleichkommt. Sie hat ungefähr dieselbe geographische Verbreitung wie *T. melanosporum* (Frankreich, Oberitalien und Süddeutschland). — *T. aestivum* ist dagegen fast vollständig auf Deutschland beschränkt; diese Trüffel findet

sich aber hier in fast allen Gegenden. Sie reift ungefähr in der Zeit vom August bis Oktober; hat aber ebenfalls lange nicht den Wert der echten Périgordtrüffel. — *Chaeromyces maeandriformis*, von Südeuropa bis nach dem mittleren Russland (Moskau) verbreitet, auch stellenweise in Deutschland ziemlich häufig, so z. B. in Schlesien,

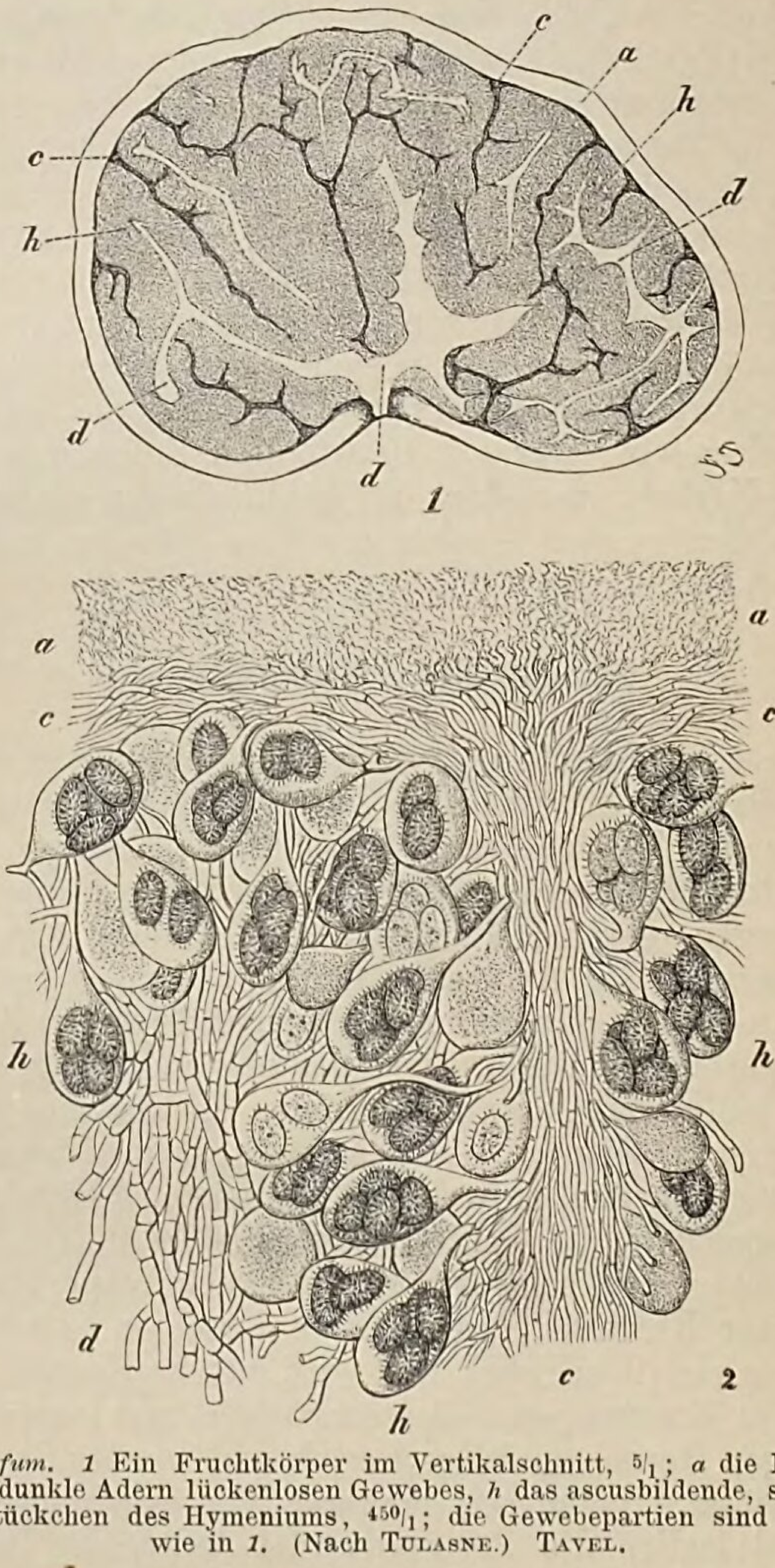


Fig. 33. *Tuber rufum.* *1* Ein Fruchtkörper im Vertikalschnitt, $^{5}/_{1}$; *a* die Rinde, *d* das lufthaltige Gewebe, *c* dunkle Adern lückenlosen Gewebes, *h* das ascusbildende, später gekammerte Gewebe. *2* Ein Stückchen des Hymeniums, $^{450}/_{1}$; die Gewebepartien sind gleich bezeichnet wie in *1*. (Nach Tulasne.) Tavel.

auf Sandboden, in Buchen- und Nadelholzwaldungen; die „*weisse Trüffel*“ bildet bis über faustgrosse und bis 5 kg schwere, weissgelbe oder gelbbraune Knollen, die innen weiss, fleischig und mit labyrinthartig gewundenen, gelblichen Adern durchzogen sind; ihr Aroma ist gering, sie ist aber nährstoffreich. — *Terfezia leonis*, und *T. Boudieri* sind in Nordafrika sehr verbreitet und waren schon den alten

Römern bekannte *Trüffelarten.* Die Fruchtkörper sind hellbraun, von Faustgrösse, das Innere ist weiss. Einzelne Arten dieser Gattung sind ihres ausgezeichneten Aromas halber dort und auch in Kleinasien sehr geschätzt. — Die Gattung *Terfezia* kommt in Europa nur in den südlichsten Ländern und sparsam vor. In dem übrigen Verbreitungsgebiete jedoch tritt sie in viel grösseren Mengen auf, als irgendwo die Arten von *Tuber.* Infolgedessen bilden die Arten häufig ein ausserordentlich wichtiges Volksnahrungsmittel: bei den Arabern nehmen sie eine ähnliche Stellung ein wie bei uns die Kartoffel.

Von den übrigen Gattungen der *Hypogaeen* (d. h. unterirdisch wachsenden Pilze) sind keine mehr für den Menschen von praktischer Bedeutung. Es wäre vielleicht noch die Gattung *Elaphomyces* zu erwähnen, von welcher einige Arten, besonders *E. granulatus,* eine sehr weite Verbreitung besitzen, und von denen es sicher ist, dass ihre Mycelien bei der Mycorrhizabildung[1]) unserer Waldbäume beteiligt sind.

3. Unterreihe. Pyrenomycetes.

Die Perithecien sind kugelig oder flaschenförmig und öffnen sich bei der Reife mit einer scheitelständigen Mündung. Diese ist entweder ein einfacher Porus oder hat die Gestalt einer unscheinbaren Papille oder aber dieselbe kann mehr oder weniger schnabel- oder schlotähnlich verlängert sein. Durch die Mündung findet die Ejakulation der Sporen aus den Asci statt. Zwischen den Asci sind meist sehr zahlreiche unfruchtbare, dünnere Schläuche entwickelt, die sogenannten Paraphysen, welche in zahlreichen Fällen nach Art der Fischreusen ein Eindringen in die Mündung der Perithecien verhindern, ein Austreten der Sporen dagegen zum mindesten nicht erschweren. Die Perithecien können einzeln direkt am Mycel sich entwickeln (einfache Fruchtkörper) oder aber das Mycel kann ausserordentlich rasch wachsen, sich verzweigen und verschlingen und auf diese Weise kugelige oder polsterförmige, pseudoparenchymatische Gewebekörper bilden, an denen man meist eine harte Rindenschicht und eine lockere, weichere Markschicht unterscheiden kann, das Stroma. In ihm sind meist eine grössere Zahl von Perithecien eingesenkt und man spricht deshalb von Arten mit zusammengesetzten Früchten. Die Entwickelung der Perithecien findet in mancher Beziehung ähnlich wie bei *Eurotium* statt. — Die Nebenfruchtformen sind sehr mannigfach; häufig findet sich Sclerotiumbildung[2]).

1. Familiengruppe. Hypocreales.

Perithecien weich, fleischig, lebhaft gefärbt, oft in ein Stroma vereinigt.

[1]) Siehe weiter unten pag. 139.
[2]) Siehe weiter unten pag. 99.

23. Familie. Hypocreaceae.

Die einzige der Gruppe, daher der Charakter gleich dem vorigen.

Die Gattung *Nectria* ist sehr artenreich. Am verbreitesten ist *N. cinnabarina*, die in den Zweigen sehr vieler Bäume und Sträucher parasitiert. Das Mycel tötet die befallenen Zweige sehr bald ab und erzeugt an der Oberfläche derselben kleine, polsterförmige, fleischrote Polster, an denen lange Zeit hindurch nur Conidien

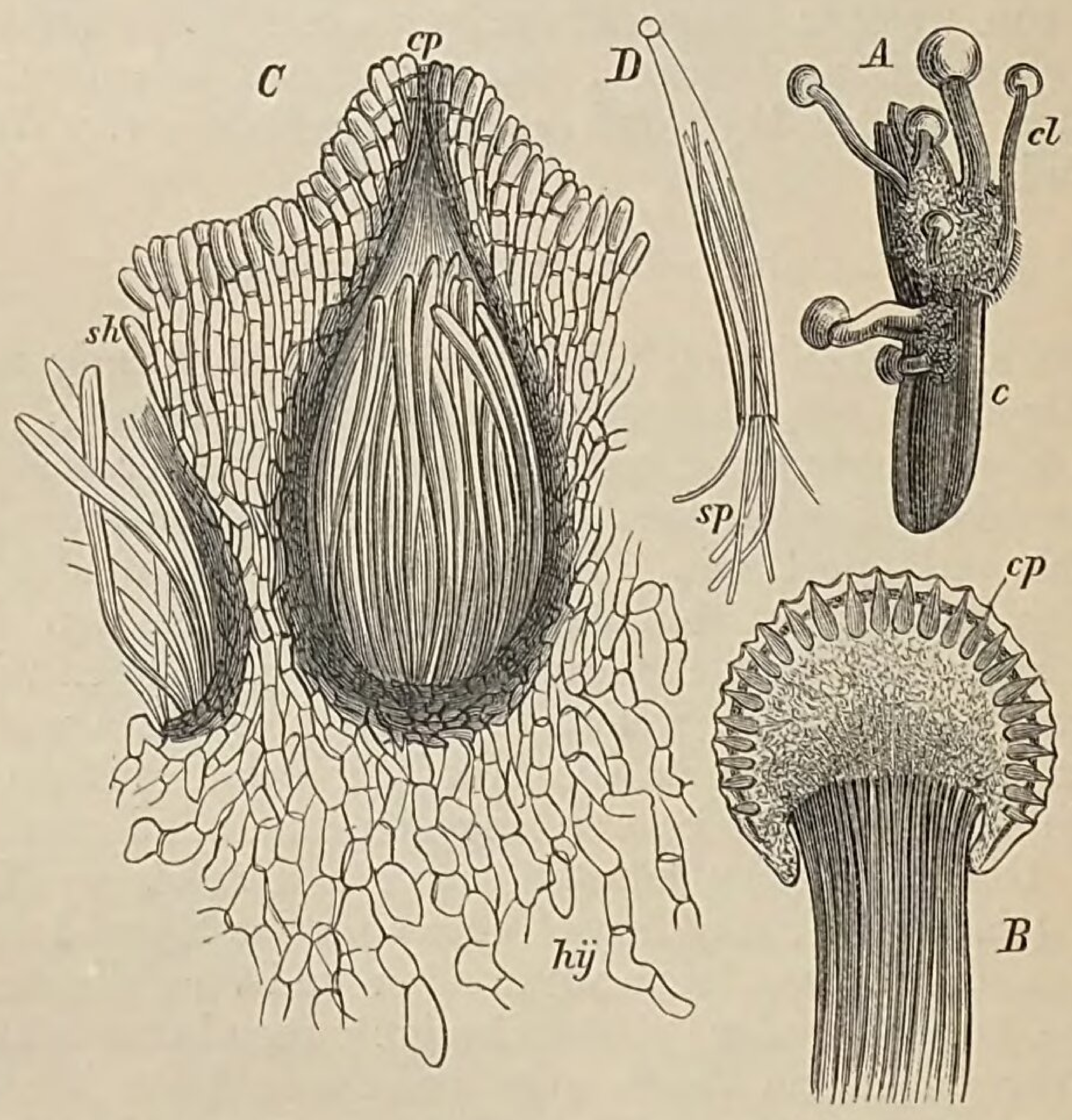


Fig. 34. Entwickelung des *Mutterkornes* nach Tulasne. *A* Ein Fruchtträger *cl* bildendes Sclerotium (Mutterkorn) von *Claviceps purpurea*; *B* Längsschnitt durch den oberen Teil eines Fruchtträgers mit den Perithecien *cp* unter der Oberfläche; *C* ein Perithecium mit den umgebenden Hyphen, stärker vergrössert; bei *cp* die Mündung, *hy* Hyphen, *sh* Hautschicht des Hutes; *D* ein Ascus zerrissen und die Sporen entlassend.

gebildet werden. Erst nach längerer Zeit, im Frühjahr, oder meistens im Herbste, brechen aus diesen Lagern kugelige, zinnoberrote Perithecien hervor, in denen die Asci zur Entwickelung gelangen. Die Gattung *Hypomyces*, welche parasitisch auf Hutpilzen lebt, ist neben der Conidienbildung noch ausgezeichnet durch ihre reichliche Chlamydosporenbildung. Diese werden meist an den Enden von Seitenzweigen erzeugt und zwar in solcher Menge, dass das Mycel dadurch meist völlig erschöpft wird; deshalb kommt es nur selten zur Bildung von Ascosporen. Am meisten Beachtung von allen hieher gehörigen Gattungen verdient *Claviceps* und zwar die

Art *C. purpurea*, der Erreger des *Mutterkorns* (Fig. 34). Zur Blütezeit werden verschiedene Gramineen, vor allem *Secale*, von den Ascosporen des Pilzes befallen, welche mit mehreren Keimschläuchen durch die Epidermis des Fruchtknotens eindringen. Hier breitet sich das Mycel derartig aus, dass der Fruchtknoten bald vollständig ausgefüllt ist und zu einem schmutzigweissen, fleischigen, unregelmässig gefurchten und gefalteten Stroma wird. An der Oberfläche desselben, vor allem in den Furchen, werden vom Mycel ausserordentlich reichlich Conidien abgeschnürt. Zugleich wird auch eine süsse Flüssigkeit ausgeschieden.

Diese letztere, oft fälschlich als Honigtau bezeichnet, ist die Ursache, dass das Stroma von zahlreichen Insekten aufgesucht wird, welche dann die in den süssen Tropfen zahlreich liegenden Conidien auf andere Blüten verschleppen, an denen sofort die Ansteckung erfolgt. Hat die Conidienbildung längere Zeit angedauert, so erlischt sie allmählich; die Hyphen des Stromas setzen nun in sehr energischer Weise ihre Sprossungen weiter fort, verflechten sich fest, und das Stroma wächst auf diese Weise zu einem auffallenden, festen, pseudoparenchymatischen Körper heran, in dessen Zellen reichlich Reservestoffe aufgespeichert werden, zu einem Sclerotium. Dieses besitzt zuletzt eine tief dunkelviolett gefärbte, harte, rissige Rindenschicht und eine lockerere Innenschicht, es ragt hornartig weit über die Spelzen hinaus und bildet so den Körper, welcher als *Mutterkorn* oder *Secale cornutum* bezeichnet wird und noch heute von grosser Bedeutung für die Medizin ist. Diese deformierten Körner fallen im Spätjahr ab. Die Sclerotien sind nichts anderes als Dauerzustände des Mycels. Sie keimen fruktifikativ: nach überdauertem Winter brechen im Frühjahre bei reichlichem Feuchtigkeitszutritt unter allmählichem Verbrauch der aufgespeicherten Reservestoffe zahlreiche (bis zu 30) starke Hyphenbündel durch die Rindenschicht hervor und an ihrer Spitze bilden sich rötliche, kugelige Köpfchen, an deren Peripherie die zahlreichen Perithecien eingesenkt liegen. Diese Köpfchen sind also als stromatische Bildungen aufzufassen. Die Ascosporen sind hyalin, dünn und lang fadenförmig. Sie werden leicht verweht und gelangen, wenn sie — wie dies meist geschieht — zur richtigen Zeit sich entwickelt haben, auf diese Weise wieder in die Blüten der Wirtspflanzen. Ganz ähnlich verläuft der Entwickelungsgang der Gattung *Cordyceps*, deren Arten in Raupen und Puppen, seltener auf Pflanzen parasitieren. Das wuchernde Mycel tötet dieselben ab, erfüllt den ganzen Körper und bildet starre Sclerotien, welche die Gestalt des Tieres mumienhaft erhalten. Die Gattung tritt besonders in den Tropen reichlich auf, in Deutschland findet sich *C. militaris*, welche oft pestartig unter den Raupen der Forstverwüster erscheint und dadurch von grossem Nutzen wird. *C. ophioglossoides* ist eine der wenigen Arten dieser Gattung, welche auf Pflanzen parasitiert. Sie befällt die Arten von *Elaphomyces* und zeigt dadurch sehr oft die Standorte dieser Hypogäen an.

2. Familiengruppe. Sphaeriales.

Perithecien von fester Konsistenz, lederartig bis holzig, dunkel bis schwarz gefärbt und deshalb häufig von Kohle nicht zu unterscheiden, oft in einem Stroma eingesenkt und dann von dem Gewebe desselben scharf abgesetzt. — Zu den Sphaeriales gehört eine ganze Anzahl von Familien, welche aber im allgemeinen nur sehr wenig theoretische und praktische Bedeutung haben. Es sollen deshalb im folgenden nur die allerwichtigsten hier kurz erwähnt werden.

24. Familie. Sordariaceae.

Sie spielen insofern eine Rolle, als sie stets auf dem Miste von Kräuterfressern in Menge auftreten, nachdem die zuerst erscheinende Schimmelpilzvegetation wieder verschwunden ist. Sie besitzen einfache, flaschenförmige Perithecien.

25. Familie. Cucurbitariaceae.

Sie leben saprophytisch oder parasitisch meist auf baum- oder strauchartigen Leguminosen und töten oft die Aeste derselben rasch ab. Die kugeligen Perithecien treten stets in dichten Rasen auf, sind anfangs eingesenkt und brechen erst später hervor; sie sitzen manchmal einem undeutlichen Stroma auf.

26. Familie. Pleosporaceae.

Meist leben sie saprophytisch auf dürren Stengeln, ohne Stroma. Die Perithecien sind ziemlich tief im Gewebe der Wirtspflanze eingebettet, nur dadurch werden sie frei, dass sie die Rinde derselben abstossen oder in selteneren Fällen durchbrechen. — *Pleospora herbarum*, auf dürren Aesten, ist einer der gemeinsten Pilze.

27. Familie. Valsaceae.

Perithecien in einem reichen Stroma eingebettet liegend. Letzteres ist ausgebreitet oder seltener kegelförmig, entweder im Substrat eingesenkt oder hervorbrechend; die Perithecien sind gleichmässig darin verteilt oder finden sich nur am Grunde desselben. — Die Gattungen *Diaporthe* und *Valsa* enthalten jede eine ungemein grosse Zahl von Arten, welche überall an faulenden Aesten auftreten.

28. Familie. Xylariaceae.

Hieher gehören die höchst entwickelten Arten der Sphaeriales. Sie besitzen ein meist sehr stark entwickeltes, häufig aufrechtes und keulenförmiges Stroma, an dessen Peripherie unmittelbar unter der

Oberfläche die sehr zahlreichen Perithecien eingesenkt liegen. Ehe es aber zur Bildung der Perithecien und Asci kommt, ist das Stroma bedeckt mit einem Hymenium fest palissadenartig zusammenschliessender Conidienträger, von denen grosse Mengen von Conidien abgeschnürt werden. — Die zahlreichen Arten der besonders in den Tropen sehr reich vertretenen Gattungen *Hypoxylon* und *Xylaria* sind alle Saprophyten, meist an altem Holz.

3. Familiengruppe. Dothideales.

Sie sind ausgezeichnet durch ein scharf umgrenztes, schwarzes Stroma, welches aus dem Substrat hervorbricht. Dieses Stroma enthält eine Anzahl einfacher, nicht durch eine besondere Wandschicht abgegrenzter Hohlräume, in welchen teils Asci gebildet, teils kleine stäbchenförmige Conidien abgeschnürt werden (in letzterem Falle verhält sich der Hohlraum ganz wie eine Pycnide).

29. Familie. Dothideaceae.

Die einzige Familie, der Charakter derjenige der Familiengruppe. — Es gehören hieher parasitische und saprophytische Formen. — *Phyllachora graminis* ist sehr gemein auf lebenden und abgestorbenen Blättern von Gräsern.

Anhang: Flechtenbildende Pyrenomyceten (*Pyrenolichenes* oder *Lichenes pyrenocarpi*).

Gattungsgruppe ***Ephebeae.*** Mit homöomerischem Thallus. Fadenflechten. — *Ephebe.* Als Algengonidien dienen *Sirosiphon*arten.

Gattungsgruppe ***Lichineae.*** Mit homöomerischem Thallus. Gallertflechten. — *Lichina.* Der Pilz wuchert in *Rivulariaceen*kolonien.

Gattungsgruppe ***Verrucarieae.*** Thallus heteromerisch, krustig, einfach. Die Gonidien sind *Chroococcaceae;* Krustenflechten. — *Verrucaria,* an Felsen.

Gattungsgruppe ***Pyrenuleae.*** Wie vorige, aber mit *Trentepohlia*gonidien. — *Pyrenula*, auf Rinden und an Felsen.

Gattungsgruppe ***Endocarpeae.*** Thallus heteromerisch, laubartig, d. h. dem Substrat nicht fest angeschmiegt (phylloblastisch). — *Endocarpon,* auf Felsen im Hochgebirge.

Gattungsgruppe ***Sphaerophoreae.*** Thallus heteromerisch, strauchartig (thamnoblastisch). — *Sphaerophorus,* mit *Chroococcaceen*gonidien, im Hochgebirge an Felsen, Bäumen und an der Erde.

4. Unterreihe. Hysteriales.

Sie sind morphologisch interessant, weil sie den Uebergang bilden zwischen Pyrenomyceten und den dann folgenden Discomy-

ceten. Man kann sie als hemiangiocarpe Ascomyceten bezeichnen. Ihre Fruchtkörper sind nämlich anfangs fest geschlossen, öffnen sich jedoch zur Reifezeit mittels einer Längsspalte, so dass das Ascohymenium fast vollständig freigelegt wird. Dieselben werden Apothecien genannt. Sie sind länglich, oft gewunden, und die Längsspalte ist als tiefe Rinne an der Oberseite deutlich wahrzunehmen. — Manchmal finden sich Pycniden als Nebenfruchtform.

30. Familie. Hysteriaceae.

Der Fruchtkörper hat ein schwarzes meist krustiges und kohliges Gehäuse. — *Hysterium pulicare* ist ein sehr häufiger Pilz an den Rinden vieler Bäume.

31. Familie. Hypodermiaceae.

Die Fruchtkörper haben dünnhäutige, schwärzliche Gehäuse, die in die Oberhaut der Nährpflanze eingesenkt sind.

Die hieher gehörige Gattung *Lophodermium* enthält mehrere Arten, welche der Forstwirtschaft grossen Schaden zufügen. So vor allem *L. Pinastri*, der Urheber der *Schütte* der Kiefern und Fichten. Der Pilz befällt die Nadeln der genannten Koniferen, welche zuletzt rotbraun werden und abfallen, so dass auf diese Weise die Bäume ihre Assimilationsorgane unter Umständen fast vollständig verlieren und absterben. In ähnlicher Weise treten auch andere Arten dieser Gattung auf.

Anhang: Flechtenbildende Hysteriales.

Gattungsgruppe ***Graphideae.*** Krustenflechten, deren Pilz auf *Trentepohlia*gonidien wuchert. Apothecien strichförmig oder unregelmässig rundlich. Thalluskruste von auffallender Farbe, gelb, grün, rotbraun oder rötlich. — *Opegrapha* und *Graphis* (mit *G. scripta*) sind zwei hieher gehörige Gattungen, deren Arten überall an Baumrinden in grosser Menge vorkommen.

5. Unterreihe. Discomycetes.

Die Fruchtkörper (Apothecien) sind meist anfangs geschlossen, bei der Reife öffnen sie sich jedoch vollständig; sie sind von scheibenförmiger, schlüssel- oder becherförmiger Gestalt, auf der Ober- und Innenseite findet sich das meist auffallend gefärbte Schlauchhymenium. — Das Apothecium wird in ganz ähnlicher Weise gebildet wie das Perithecium. Die ersten Anfänge sind auf reiche Mycelsprossungen zurückzuführen, welche durch starke Verknäuelung und Verflechtung einen meist pseudoparenchymatischen, fast stets kugeligen Gewebekörper erzeugen. In der Scheitelpartie dieses Körpers sieht man dann (im Innern des Gewebes) eine Reihe von langgestreckten Paraphysen auftreten, d. h. unfruchtbare,

ascusähnliche Schläuche, welche die Hymenialbildung eröffnen. Den unter der Hymenialschicht gelegenen Teil des Fruchtkörpers bezeichnet man als Hypothecium. In diesem meist den Hauptteil des Fruchtkörpers ausmachenden Teile entwickeln sich früher oder später die fertilen Hyphen (Fig. 35). Dieselben sind durch ihre auffallende Dicke und den reichlichen Inhalt von den sterilen Hyphen sehr verschieden, verzweigen sich rasch und durchziehen bald das ganze Hypothecium. Ihre Endigungen dringen dann zwischen die Paraphysen ein und bilden sich zu Asci aus. Das Wachstum der fertilen Hyphen, resp. das fortwährende Einschieben von Asci zwischen die Paraphysen dauert sehr lange an und das Hymenium nimmt infolge dessen stetig an Ausdehnung zu. Die über dem jungen Hymenium sich befindende, dünne, sterile Gewebeschicht kann diesem

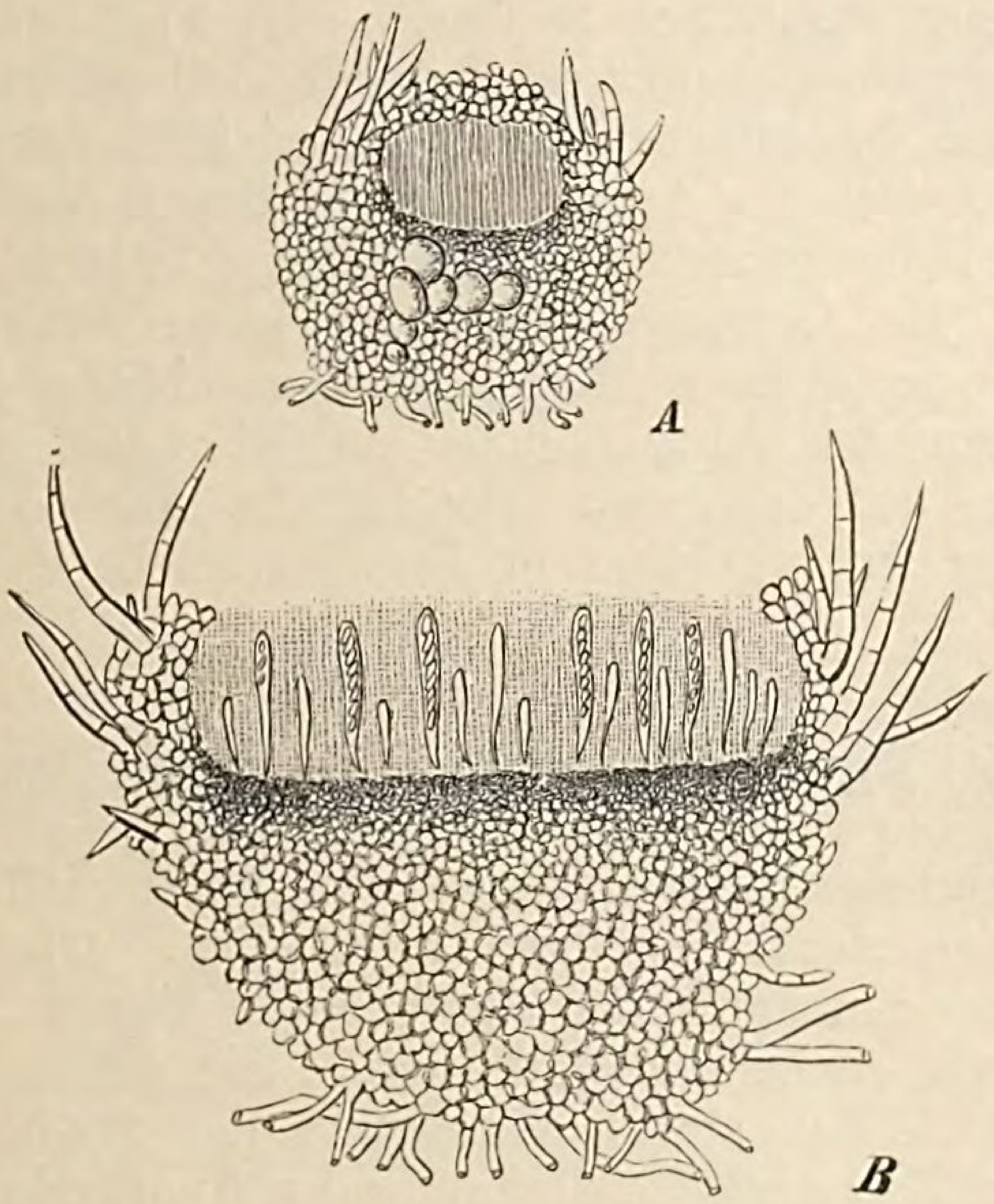


Fig. 35. *Lachnea pulcherrima.* Apothecienentwickelung. *A* Ein junges noch geschlossenes Apothecium. Unter seinem Scheitel haben sich bereits die Paraphysen differenziert, im Hypothecium ist die fertile Hyphe erkennbar. *B* Sporenreifes, geöffnetes Apothecium; zwischen die Paraphysen sind die Schläuche hereingewachsen; die fertilen Hyphen sind nicht mehr erkennbar (nach Woronin). Tavel.

schnellen Wachstum nicht folgen und zerreisst zuletzt auf sehr verschiedene Weise. Aus dem nun folgenden Verhalten der Hymenialschicht und des Hypotheciums, d. h. ob das Wachstum derselben einander entsprechend gleich bleibt oder ob das eine das andere überwiegt, resultiert die Form und Ausbildung des definitiven Fruchtkörpers, die bei den einzelnen Gruppen dieser Abteilung hervorgehoben werden sollen. — Nur sehr selten finden wir bei den Discomyceten ein Stroma ausgebildet, meist ist bei ihnen keine Spur davon angelegt.

Die Discomyceten umfassen eine grosse Zahl von Gattungen

und Arten. Da der weitaus grösste Teil derselben jedoch weder von praktischer noch theoretischer Bedeutung ist, so sollen hier nur die wichtigsten besprochen werden.

1. Familiengruppe. Phacidiales.

Die Apothecien sind anfangs in das Substrat eingesenkt und brechen erst später aus ihm hervor; sie haben ein festes, schwarzes Gehäuse, ein wenig entwickeltes Hypothecium und flaches Ascohymenium, das erst sehr spät unregelmässig lappig aufreisst.

32. Familie. Euphacidiaceae.

Hieher gehören kleine, unscheinbare Formen, die meist saprophytisch, seltener parasitisch in (meist dürren) Blättern sich finden. Die über den Apothecienanlagen liegende Zellschicht der befallenen Blätter wird von dem starken Mycel so reichlich durchwuchert, dass sie mit dem Scheitel des Apotheciums in festem Verband bleibt und beim Aufreissen des letzteren unregelmässig durchbrochen wird. — Hieher gehört die Gattung *Rhytisma*, deren Art *R. acerinum* in jedem Spätjahr in grosser Menge an den abfallenden oder abgefallenen Blättern der Ahornbäume auftritt und durch kreisrunde schwarze Flecke auf denselben sehr auffällt. Die Ascussporen treten erst im Spätjahr auf, nachdem im Sommer reiche Pycnidenbildung stattgefunden hat.

2. Familiengruppe. Dermateales.

Sie umschliesst meist Formen von ansehnlicher Grösse, mit häutigen, wachs- oder hornartigen Apothecien. Diese brechen erst nachträglich aus dem Substrat hervor oder liegen von Anfang an oberflächlich, mit dickem Hypothecium. Sie öffnen sich frühzeitig und werden durch das starke Wachstum der fertilen Hyphen, die sich noch lange Zeit nach der Oeffnung des Apotheciums ohne Unterbrechung zwischen die Paraphysen einschieben, immer mehr gedehnt, wodurch das Hymenium auf eine weite Strecke blossgelegt wird. — Häufig sind interessante Nebenfruchtformen.

33. Familie. Bulgariaceae.

Die Apothecien brechen seltener erst nachträglich hervor, meist liegen sie von Anfang an oberflächlich; sie sind schüsselförmig bis krugförmig, in feuchtem Zustand zäh gallertartig, in trockenem holzhart und haben ein stark entwickeltes Hypothecium. — *Bulgaria polymorpha* besitzt auffallende, ziemlich grosse, braune Apothecien, welche sich oft in erheblichen Mengen an alten Stümpfen von Eichen oder Buchen entwickeln. — Hieher gehört auch die Gattung *Cyttaria*, deren Art *C. Darwinii* im Feuerland als Nahrungsmittel von der allergrössten Bedeutung ist, da sich ausser ihr nur noch

sehr wenige andere vegetabilische Nahrungsmittel dort finden. Die reifen, zähen, etwas süsslich schmeckenden Apothecien besitzen einen ziemlich hohen Nährwert und werden roh genossen.

3. Familiengruppe. Pezizales.

Die Apothecien liegen von vornherein oberflächlich, sie sind wachsartig oder fleischig, meist mit starkem Hypothecium versehen; bei der Reife sind sie oft von bedeutenden Dimensionen, krug-, schüssel- oder tellerförmig. Die Oeffnung der Apothecien und Blosslegung der Hymenialschicht erfolgt hier schon sehr früh.

34. Familie. Helotiaceae.

Die Apothecien sind wachsartig, scheiben- oder becherförmig, sitzend oder gestielt, manchmal aussen behaart, fast durchweg lebhaft gefärbt. Das Gehäuse besteht aus pseudoprosenchymatischen Zellen. — Sehr viele Nebenfruchtformen, nämlich Chlamydosporen, Hefeconidien und Conidien.

Chlorosplenium aëruginosum besitzt an allen seinen Teilen eine schöne blaugrüne Färbung, wodurch dann auch das durchwucherte faulende Holz (von *Eichen* und *Birken*) eine solche Farbe annimmt. — Die Gattung *Sclerotinia* ist dadurch auffällig, dass ihre Apothecien stets aus Sclerotien entspringen. Alle Arten sind Parasiten auf vegetativen wie reproduktiven Teilen höherer Pflanzen. — *Sclerotinia baccarum* befällt die Blütenteile der *Heidelbeere* und verwandelt später die Beeren in weisse, harte Gebilde von der Form der gesunden Beeren. — *Dasyscypha Willkommii* ist ein gefährlicher Waldverwüster, welcher den *Lärchenkrebs* oder *Lärchenbrand* erzeugt.

35. Familie. Pezizaceae.

Die Apothecien sind fleischig, meist flach schüsselförmig, kahl oder behaart, sitzend oder gestielt. Conidien sehr selten. — Die Arten von *Peziza* (z. B. *P. aurantiaca*) bilden in feuchten Wäldern zuweilen bis über handgrosse, häufig auffallend gefärbte Fruchtkörper.

4. Familiengruppe. Helvellales.

Sie stehen allen übrigen Discomyceten dadurch streng geschieden gegenüber, dass ihr Ascohymenium frei an der Aussenfläche sehr verschiedenartig geformter, fleischiger, meist aufrechter Träger liegt. — Es ist noch nicht sicher festgestellt, ob das Hymenium wie bei allen anderen Discomyceten anfänglich im Innern von Fruchtanlagen entsteht; möglicherweise haben wir hier gymnocarpe Formen vor uns, deren Hymenien von vornherein an der Oberfläche der Fruchtanlagen sich entwickeln, so dass sie den Pyrenomyceten (cleistocarp) und den Discomyceten (hemiangiocarp) als gleichberechtigte Gruppe gegenüber gestellt werden müssten.

Geoglossum hat einfache keulenförmige, überall von Hymenium überkleidete Fruchtträger; von den sehr auffallenden Arten, deren finger- bis handlange, gelbe Fruchtträger sich zwischen Gras oder feuchtem Moos entwickeln, sind *G. glabrum* und *G. hirsutum* am häufigsten. Die beiden Gattungen *Morchella* und *Helvella* sind dadurch ausgezeichnet, dass bei ihnen der Fruchtträger in einen sterilen Stiel und einen fertilen kopf- oder hutförmigen, oberen Teil gegliedert ist. Nebenfruchtformen sind bei ihnen nicht bekannt. Beide Gattungen enthalten geschätzte Speisepilze. — Am meisten bekannt und beliebt ist *Morchella esculenta*, die *Spitzmorchel*, auf sandigem Boden oft massenhaft auftretend; sie enthält absolut keine giftigen Bestandteile. — *Helvella esculenta* dagegen, die Lorchel, welche in sandigen Nadelwäldern vorkommt, scheint wenigstens zuweilen im ungekochten oder schwach gekochten Zustande ziemlich stark giftig zu sein, liefert dagegen in der richtigen Weise behandelt eine sehr nahrhafte und wohlschmeckende Speise.

Anhang: **Flechtenbildende Discomyceten** *(Discolichenes, Lichenes discocarpi).*

Gattungsgruppe ***Coenogonieae.*** Thallus homöomerisch. Fadenflechten. Mit *Cladophoragonidien.* — *Coenogonium*, in den Tropen.

Gattungsgruppe ***Collemeae.*** Thallus homöomerisch. Gallertflechten auf *Nostoc*kolonien. — *Collema* mit vielen Arten, meist an Felsen oder auf Sandboden. —

Alle nun folgenden Gruppen besitzen einen heteromerischen Thallus und enthalten als Gonidien meist Arten von *Pleurococcus* und *Chlorococcus.*

A. Krustenflechten.

Gattungsgruppe ***Lecideae.*** Apothecien von Anfang an rundlich, vom Thallus nicht berandet. Gonidien nur im vegetativen Thallus, nie im Apothecium. — Sehr formenreiche Gruppe, von der aber hier nur erwähnt sein sollen:

Rhizocarpon. Apothecien sitzend, mit dunkler Fruchtscheibe. — *R. geographicum* (*Landkarten*flechte) mit geblichem Thallus, auf dem die eigentümlich gelagerten, schwarzen, kleinen Apothecien auffallende Zeichnungen hervorrufen, überzieht in riesiger Menge oft ganze Felspartien. — *Baeomyces.* Apothecien gestielt; Fruchtscheibe hell gefärbt, mit hartem Gehäuse. — *B. roseus,* eine sehr hübsche Flechte mit rosenrot gefärbten Fruchtscheiben, häufig auf trockenem Heideboden. — *Biatora.* Apothecien sitzend; Fruchtscheibe hell gefärbt, mit weichem Gehäuse. — *B. coarctata*, eine der gemeinsten Flechten an Steinen und Felsen.

Gattungsgruppe ***Pertusarieae.*** Die Ascusfrüchte sind perithecienähnlich, sich nur wenig öffnend, Fruchtscheibe deshalb punktförmig, selten mehr scheibenförmig erweitert. — *Pertusaria communis*, sehr gemein an Laubholzbäumen.

Gattungsgruppe ***Lecanoreae.*** Apothecien schüssel- oder krugförmig, mit Gonidien enthaltendem Gehäuse.

Ochrolechia hat einen einfachen, krustigen Thallus. Mit sehr vielen Arten, von denen besonders *O. tartarea* weit verbreitet ist und wie *O. pallescens*, welche in Gebirgen an Baumstämmen sich häufig findet, zur Herstellung von Lackmus verwendet wird.

Gattungsgruppe ***Pannarieae.*** Den vorigen ähnlich, aber mit *Phycochromaceen*gonidien.

B. Laubflechten (d. h. der Thallus ist zwar sehr deutlich dorsiventral, aber nicht dem Boden so fest angeschmiegt wie bei den Krustenflechten).

Gattungsgruppe ***Umbilicarieae.*** Mit beiderseits berindetem Thallus, welcher nur mit einer zentralen Haftscheibe dem Substrat ansitzt, und zusammengesetzten Ascusfrüchten. — *Umbilicaria pustulata*, auf Felsen im Gebirge sehr verbreitet.

Gattungsgruppe ***Peltideae.*** Thallus meist von ansehnlicher Grösse, auf der Unterseite unvollständig oder nicht berindet. Meist *Nostoc*gonidien. — *Peltigera canina*, mit auffallend grossem Thallus, in Wäldern und auf Wiesen häufig.



Fig. 36. *Cetraria islandica.* Pflanze in natürlicher Grösse. (LUERSSEN.)

Gattungsgruppe ***Parmelieae.*** Thallus beiderseits berindet, auf der Unterseite überall mit Haftfasern an das Substrat befestigt. Apothecien schüsselförmig. — *Sticta pulmonacea*, grosse auffallende Flechte, in Gebirgen sehr häufig an Baumstämmen, seltener an Felsen; früher war sie offizinell gegen Lungenkrankheiten. — *Cetraria islandica*, das „*isländische Moos*“ (Fig. 29, 36), ist eine häufige Flechte

auf trockenem Heideboden, besonders im Gebirge, aber auch in der Ebene, als „*Lichen islandicus*“ offizinell gegen Brustkrankheiten.

Gattungsgruppe ***Cladonieae.*** Thallus schuppig oder faserig, früh vergänglich oder stets nur unscheinbar. Fruchtkörper sehr auffallend gebaut. Sie bestehen aus einfachen, trichterförmigen oder mehr oder weniger verzweigten Gebilden, sogenannten Podetien, an deren oberem Ende sich Ascohymenien von vornherein freiliegend — also gymnocarp — entwickeln. Pycniden entstehen an

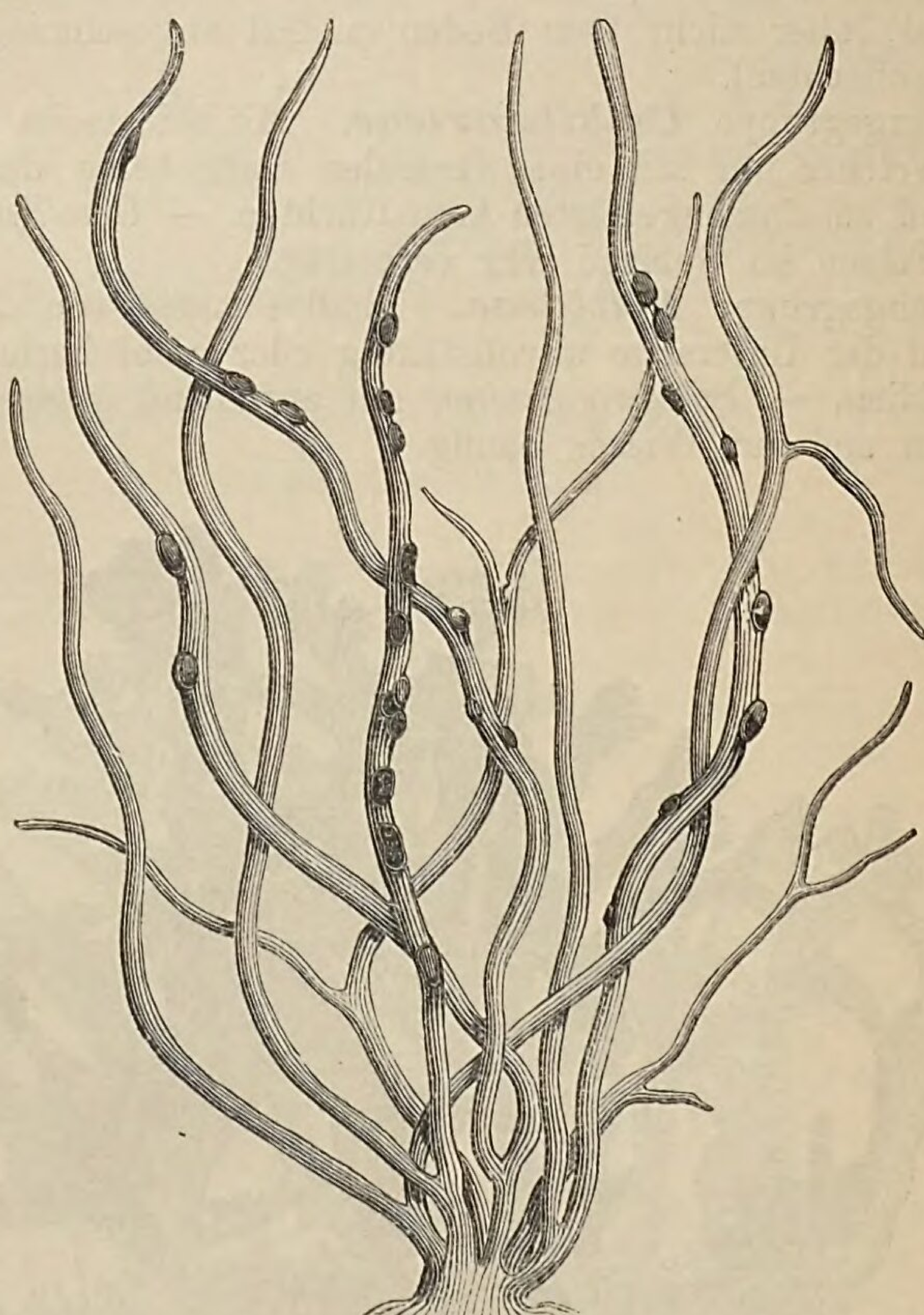


Fig. 37. *Roccella tinctoria.* Kleinere Pflanze in natürlicher Grösse. (Luerssen.)

ähnlichen oder an den ascusbildenden Podetien, nie auf dem Thallus. Die Podetien enthalten von vornherein nie Gonidien, doch werden dieselben so reichlich von angeflogenen Soredien, welche sich dann weiter entwickeln, umhüllt, dass sie denselben die notwendigen Nährstoffe zu ihrem (sehr langsam erfolgenden) Wachstum entnehmen können. — Von den zahlreichen, oft sehr auffallenden Arten der Gattung *Cladonia* seien hier nur zwei angeführt: *C. pyxidata,* welche sehr schöne, corallenartige, am oberen Ende schön rot gefärbte Podetien besitzt und auf trockenen Heideplätzen im Gebirge häufig

vorkommt und *C. rangiferina,* die *Renntierflechte*, oder das *Renntiermoos*. Diese Flechte besitzt eine ausserordentlich weite Verbreitung und tritt von Mitteleuropa bis nach dem höchsten Norden überall als eine der häufigsten oder die häufigste Flechte in trockenen Wäldern und auf Heiden auf. Sie ist besonders in den nordischen Ländern von Bedeutung, denn nur sie ermöglicht die Bewohnbarkeit jener Gegenden, in denen sie das einzige Futter für die Renntiere bildet. Auch für andere Tiere dient sie als brauchbare Nahrung. Ferner wird aus ihr Alkohol in grossen Mengen bereitet.

C. Strauchflechten.

Gattungsgruppe ***Thamnolieae.*** Mit röhrenförmigem Thallus. Apothecien an seitlichen Anschwellungen der Lager. — *Thamnolia vermicularis* ist in Hochgebirgen verbreitet, enthält reichlich Bitterstoffe, weshalb sie in den peruvianischen Anden gegen Magenkrankheiten Verwendung findet.

Gattungsgruppe ***Usneeae.*** Thallus sehr verschiedenartig, strauchig verzweigt, stielrund oder verbreitert, durch Hyphen der Markschicht an die Unterlage befestigt. Die Apothecien breit scheibenförmig, dem Thallus unmittelbar meist seitlich aufsitzend, im Gehäuse reichlich gonidienführend. — Von den zahlreichen hieher gehörigen Arten seien nur aufgeführt: *Roccella tinctoria* (Fig. 37), eine in den tropischen Gebieten sehr weit verbreitete Flechte von weisslicher Färbung, welche durch geeignete Behandlung einen sehr geschätzten roten oder violetten, zum Färben von Wolle oder Seide verwendeten Farbstoff, die *Orseille* liefert und auch zur Bereitung des *Lackmus* dient. — *Usnea barbata* und *Bryopogon jubatum*, beide meist in Hochgebirgen, aber erstere auch in der Ebene an Bäumen weit verbreitet und oft massenhaft auftretend, bilden auffallende Erscheinungen, was ihnen die verschiedenartigsten Bezeichnungen zugezogen hat (*Rübezahlsbart, Bartflechte* u. s. w.).

2. Unterklasse. Basidiomycetes.

Das Mycel ist vielzellig. Die Fortpflanzung vollzieht sich nur ungeschlechtlich. Sie erfolgt durch Conidien, die in fest normierter Zahl an Trägern von bestimmter Form und Ausbildung (Basidien) gebildet werden. Nebenfruchtformen sehr mannigfach.

I. Reihe. Protobasidiomycetes.

Basidien quer oder längs geteilt. Jede hiedurch gebildete Zelle bringt eine einzige Basidiospore hervor, welche bei quergeteilter Basidie seitlich, bei längsgeteilter Basidie an der Spitze derselben steht.

1. Unterreihe. Protobasidiomycetes gymnocarpi.

Basidien überall an der Oberfläche des Mycels gebildet oder aus Dauersporen (Chlamydosporen) ihren Ursprung nehmend.

Erläuterungen zu Figur 38.

Basidiomycetes.

1—5. Formen der Basidien.
1. Quergeteilte Basidie von *Auricularia* (Auriculariaceae)
2. „ „ „ *Pilacre* (Pilacraceae)
3. Längsgeteilte Basidie von *Exidia* (Tremellaceae) *a* von der Seite, *b* im Querschnitt } Protobasidien.
4. Ungeteilte Basidie von *Calocera viscosa* (Dacryomycetaceae)
5. „ „ „ *Agaricus* (Hymenomycetes) } Autobasidien.

6. *Tomentella flava.* Mycelast mit Basidien nach Brefeld.
7. *Exobasidium Vaccinii,* Conidienfruktifikation.
8. „ „ Basidie.
9. Ein Fruchtkörper von *Russula nigricans* mit den darauf schmarotzenden Fruchtkörpern von *Nyctalis asterophora* (Agaricaceae).
10. Oidienbildendes Mycel von *Nyctalis parasitica.*
11. Chlamydosporentragender Zweig von *Nyctalis parasitica.*
12. „ „ „ *Nyctalis asterophora.*
13. „ „ „ *Oligoporus* (Ptychogaster) *albus.*
14. Parasit auf *Nyctalis,* in dessen Entwickelungskreis früher fälschlicherweise die *Nyctalis chlamydospora* gerechnet wurde, *Pyxidiophora Nyctalidis.* — *a* die Conidien entlassenden Büchsen; *b* Perithecium mit austretenden Sporen; *c* einzelne Spore; *d* einzelner Ascus.

15—18. *Heterobasidium annosum (Trametes radiciperda).*
15. Der holzige Fruchtkörper mit Längs- und Querschnitt.
16. Ein Stückchen Hymenium aus der Wandung der Röhren, mit 3 Basidien.
17. und 18. Conidienträger des Pilzes (*Aspergillus*-ähnlich); in 17 mit sehr variierender Sporenzahl (Uebergang der Conidienträger zum Basidium).

6—18. nach Brefeld, das Ganze nach Ludwig.

1. Familiengruppe. Uredinales.

Sie schliessen sich eng an die Protohemibasidii (Ustilaginaceae) an. Wir finden hier auch Conidienträger, welche durch Querwände oder Längswände in mehrere Zellen gegliedert sind. Während aber dort die Zahl der Querteilungen eine wechselnde, die Zahl der von jeder Zelle gebildeten Conidien und der Entstehungsort derselben unbestimmt ist, finden wir hier durchaus fixierte Verhältnisse. Die Zahl der Basidienzellen und der Entstehungsort der Conidien sind fest normiert und von jeder Basidienzelle wird überhaupt nur noch eine einzige Conidie gebildet.

Die Uredinales zeigen auch dadurch mit den Ustilaginaceae sehr viel Uebereinstimmendes, dass in ihren Entwickelungsgang Chlamydosporen („Teleutosporen") eingeschaltet sind. Das bei der Keimung derselben hervortretende Promycel wird hier sofort zur Basidie, bildet durch Querwände 4 Zellen, und von jeder derselben wird an einem langen Sterigma je eine Conidie hervorgebracht.

36. Familie. Uredinaceae (*Rostpilze*).

Die einzige Familie. Sie parasitieren durchweg auf lebenden Pflanzen, deren Gewebe sie mit reichem, quergeteiltem Mycel intercellulär durchziehen; manchmal bleiben sie auf geringem Raume beschränkt, oder aber sie durchwuchern mehr oder weniger die ganze befallene Pflanze. Die Fruchtorgane entwickeln sich unter der Oberhaut, durchbrechen dieselbe und werden dann als gelbe, rote, braune oder schwarze, fest zusammenhängende oder stäubende Häufchen oder Streifen sichtbar. Während in vielen Fällen die

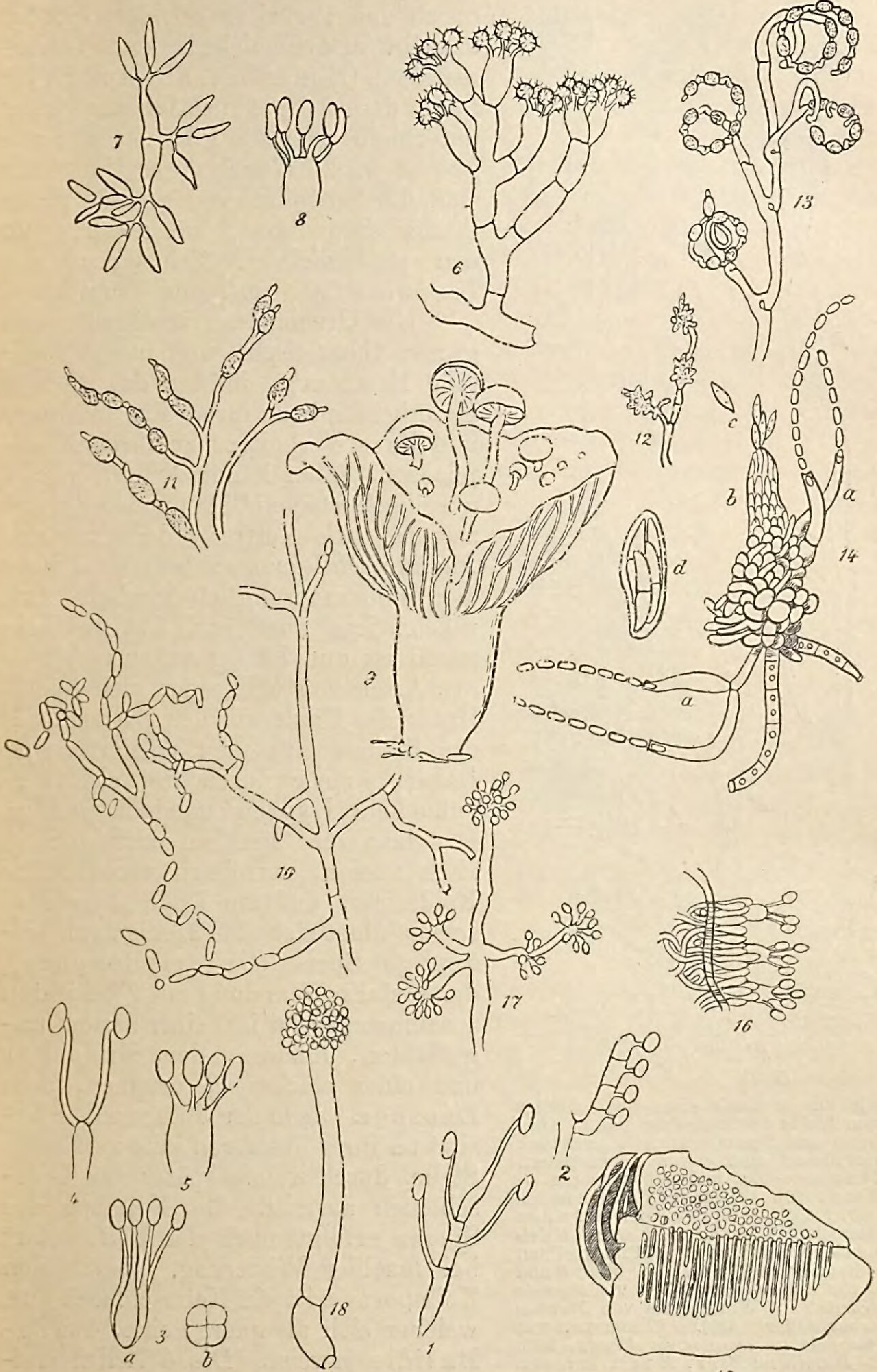


Fig. 38.

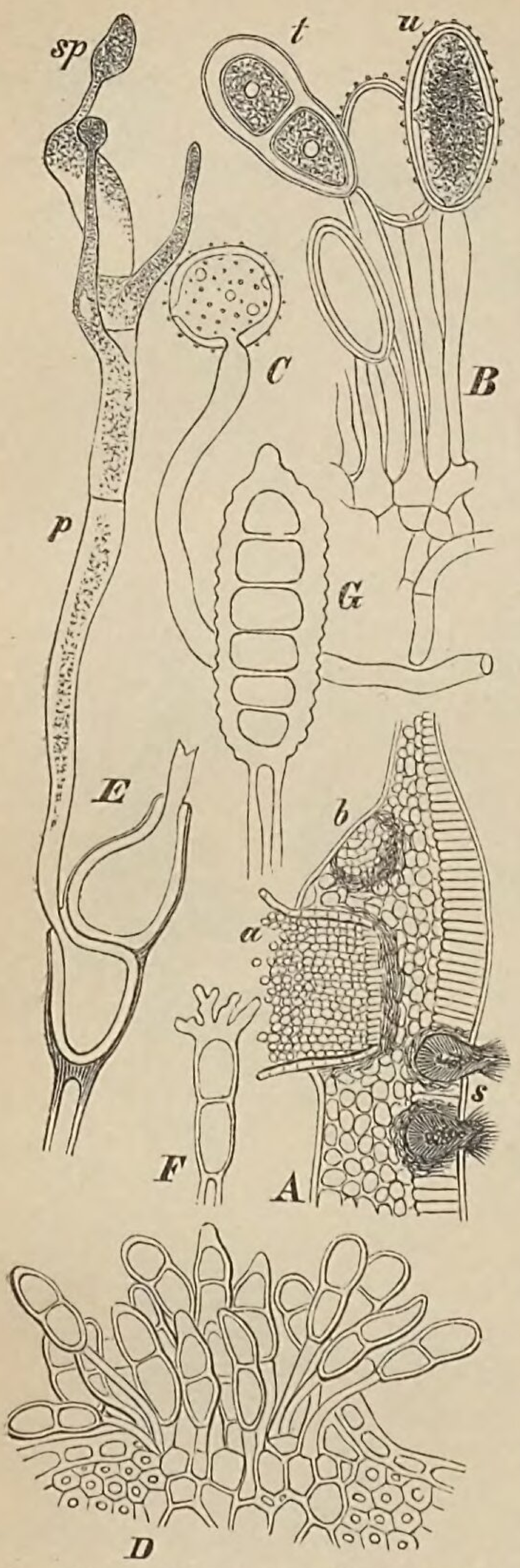


Fig. 39. *A* Stück eines Querschnittes vom Blatte der Berberitze mit *Aecidium* *(a, b)* und Spermogonien *(s)*, schwach vergrössert und etwas schematisiert. *B* Sommer- *(u)* und Wintersporen *(t)* (Vergr. 390). *C* Keimende Sommerspore (Vergr. 390). *D* Wintersporen auf einem Querschnitte des Queckenblattes. *E* Keimende Winterspore: *p* Promycelium, *sp* Sporidie (Vergr. cr. 400). *A, B, D* und *E* von *Puccinia graminis, C* von *Puccinia straminis*, *F* Winterspore von *Puccinia coronata* (Vergr. 300). *G* Winterspore von *Phragmidium incrassatum* (Vergr. 300). *B—D* nach de Bary, *E* nach Tulasne. (Luerssen).

Wirtspflanze keinen direkten Schaden durch den Parasiten erleidet, erfährt dieselbe manchmal bedeutende Deformationen (Hexenbesenbildung), infolge deren die Fruchtbildung jener unterbleibt oder die Pflanze sogar abgetötet wird. Wegen dieser Umstände sind die Rostpilze von grosser praktischer Bedeutung, sie gehören zu den gefährlichsten Schädigern der Landwirtschaft und des Forstbaues.

Die Uredinaceae verdienen auch grosse theoretische und morphologische Beachtung, infolge der grossen Mannigfaltigkeit ihrer Fruchtformen und ihres Verhaltens zu ihren Nährpflanzen. Man kennt Arten, welche nur eine Sorte von Chlamydosporen erzeugen. Als Vertreter derselben soll *Puccinia Malvacearum* betrachtet werden, eine ursprünglich tropische Art, welche jetzt aber auch bei uns heimisch ist und häufig auf verschiedenen Arten von Malvaceen sich findet. Unter der Epidermis der grünen Teile der Pflanze entstehen polsterförmige Lager, welche durch fest sich verknäuelnde Hyphen gebildet werden. Die letzteren strecken sich sodann nach aussen, zerreissen dadurch die Epidermis, und am Ende jeder derselben bildet sich eine 2zellige, spindelförmige Spore (Chlamydospore), deren starke Wandung aus 2 Schichten zusammengesetzt ist, einer zarten, ungefärbten, inneren, dem Endospor und einer stärkeren, braunen, dem Exospor. Jede der Sporenzellen besitzt an ihrer Membran eine verdünnte Stelle, durch welche später der Keimschlauch austritt. Die Keimung der Sporen erfolgt nach der Reife sofort bei feuchter Witterung. Durch den Keimporus tritt ein Keimschlauch aus, welcher sich als quergeteilte, 4zellige Basidie erweist. Die 4 Zellen treiben je einen kurzen, spitzen Fortsatz (Sterigma) aus, an dem sich je eine Spore (oft Sporidie genannt) bildet. Auch diese zartwandigen, farblosen Basidiosporen keimen

sofort, treiben einen Keimschlauch aus, der in die Nährpflanze eindringt, neue Infektionen verursacht und von dessen Mycel wieder dieselben Chlamydosporen hervorgebracht werden. — Eine grosse Anzahl anderer Arten weicht von dem eben geschilderten Typus nur dadurch ab, dass ihre Chlamydosporen erst nach einer längeren Ruheperiode (meist nach dem Winter) wieder auszukeimen vermögen.

Dagegen finden wir bei anderen Formen 2 Arten von Chlamydosporen. Im Sommer werden zartwandigere, meist einzellige und mit mehreren Keimporen versehene Chlamydosporen erzeugt, welche sofort nach der Reife vegetativ auskeimen, in die Nährpflanze eindringen und dadurch neue Infektionen hervorrufen. Meist erst im Spätjahr treten dann die anderen Chlamydosporen auf; diese sind dickwandig, mehrzellig, keimen fruktifikativ und vermögen den Winter zu überdauern. Die erst gebildeten Sporen, die Sommersporen, werden als Uredosporen, die letztgebildeten als Wintersporen oder Teleutosporen bezeichnet (Fig. 39, 40).

Bei weitaus den meisten Arten der Familie jedoch finden sich 3 Arten von Chlamydosporen. Sehr zeitig im Frühjahr sieht man nämlich an den befallenen Pflanzenteilen auffallende, hellgefärbte Becherchen auftreten, in denen unzählige Sporen gebildet werden, die Aecidien (Fig. 41). Diese bilden richtige Fruchtkörper, welche in der Jugend geschlossen und im Gewebe der Wirtspflanze eingebettet sind. Auf dem Grunde der Fruchtkörper entsteht eine Hymenialschicht gleichgestalteter, starker, kurzer Schläuche, von welchen lange Ketten von dickwandigen Sporen abgeschnürt werden. Zwischen diesen befindet sich anfangs stets eine sterile, frühzeitig desorganisierende Zelle. Die peripherisch gelagerten Hymenialschläuche schnüren dagegen keine Sporen ab, sondern starkwandige, dicht und lückenlos zusammenschliessende, den Fruchtkörper einschliessende, kurze, zu Reihen angeordnete Zellen, die Peridie. Die Aecidiosporen keimen wie die Uredosporen sofort vegetativ aus, sind aber doch — gerade wie diese — als Chlamydosporen aufzufassen.

Ausser den drei bisher besprochenen Chlamydosporenformen und den bei der Keimung der Teleutosporen auftretenden Basidiosporen finden wir aber häufig noch eine Nebenfruchtform, nämlich Conidien, welche in Pycniden (oder Spermogonien) gebildet werden, sehr klein, meist stäbchenförmig sind, und welche vegetativ auskeimen. Die Pycnosporen (oft auch Spermatien genannt) werden meist zu gleicher Zeit erzeugt wie die Aecidiosporen, und zwar in der Weise, dass erstere an der Oberseite, letztere an der Unterseite der befallenen Blätter auftreten (Fig. 41 I).

Diejenigen Arten, welche sämtliche eben aufgeführte Fruchtformen aufweisen, zeigen meist eine ganz regelmässige Fruchtfolge. Im Frühjahr entwickeln sich zuerst Aecidien und Pycniden, auf diese folgen im Sommer die Uredosporen, und den Beschluss machen im Spätjahr die Teleutosporen, von welchen aus sodann im folgenden Frühjahr der Kreislauf wieder eröffnet wird.

Bei sehr zahlreichen Arten der Familie findet man nun die auffallende Thatsache, dass die verschiedenen Fruchtformen zum Teil

auf verschiedenen Nährpflanzen auftreten (der Pilz ist heteröcisch); der Wirtswechsel geschieht immer in der Weise, dass Aecidiosporen und Pycnosporen auf der einen, die Uredosporen und Teleutosporen auf der anderen Pflanze zur Entwickelung gelangen. So war es — um ein Beispiel anzuführen — den Bauern des Mittelalters schon bekannt, dass stets nur an solchen Getreidefeldern der Rost verheerend auftrat, in deren Nähe Sträucher der Berberitze *(Berberis vulgaris)* standen. Aber erst zu unserer Zeit gelang es nachzuweisen, dass die auf den Blättern der Berberitze auftretenden Pusteln Fruchtformen desselben Pilzes darstellen, welcher auf dem Getreide als *Getreiderost* so sehr gefürchtet ist. Werden nun die *Berberis*-Sträucher aus der Nähe der Getreidefelder entfernt, so vermag sich der Pilz nicht zu entwickeln, denn er bedarf zu der in seinem Entwickelungsgang notwendigen Aecidienfruchtbildung jenes Strauches. Wir können also alle die Arten, welche sich in dieser Hinsicht wie der Getreiderost *(Puccinia graminis)* verhalten, als obligatorisch heteröcisch bezeichnen. — Es gibt aber auch solche Arten, welche gewöhnlich wohl einen solchen Wirtswechsel durchmachen, jedoch die Fähigkeit besitzen, die Aecidienfruchtform und damit auch die zweite Wirtspflanze einfach zu übergehen und aus der Teleutosporenfruchtform direkt zur Uredosporenbildung zu schreiten. Man bezeichnet diese Arten als fakultativ heteröcisch. Hieher gehört z. B. die unten noch ausführlicher zu besprechende *Chrysomyxa Rhododendri*. Im Gegensatz zu den soeben besprochenen heteröcischen Arten werden die vorher angeführten, welche ihren Entwickelungsgang auf einer einzigen Nährpflanze vollenden, als autöcische oder metöcische bezeichnet.

Ehe man den interessanten Zusammenhang der Fruchtformen und den häufig vorkommenden Wirtswechsel der Uredinaceae kannte, wurden die Aecidienfruchtform und die Uredo- und Teleutosporenfruchtform als besondere Gattungen *(Aecidium, Puccinia, Uromyces, Phragmidium* u. s. w.) bezeichnet. Es sind auch jetzt noch sehr viele Arten nur in einer Fruchtform bekannt, denn es ist klar, dass die sichere Feststellung der zugehörigen Fruchtform zu einer anderen oft mit grossen Schwierigkeiten verbunden ist.

Erläuterungen zu Figur 40.

Rostpilze.

1. Teleutospore von *Uromyces Fabae.*
2. „ „ *Uromyces scutellatus.*
3. „ „ *Uromyces (Pileolaria) Terebinthi.*
4. „ „ *Uromyces (Pileolaria) Ipomoeae.*
5. „ „ *Puccinia coronata.*
6. „ „ *Puccinia Prostii.*
7. „ „ *Puccinia graminis.*
8. „ „ *Puccinia appendiculata.*
9. „ „ *Uropyxis Amorphae.*
10. „ „ *Diorchidium Steudneri.*
11. „ „ *Phragmidium Tormentillae* oder *P. obtusum.*
12. „ „ *Phragmidium Potentillae.*
13. „ „ *Phragmidium Sanguisorbae.*
14. Teleutospore von *Phragmidium Fragariastri.*
15. „ „ *Phragmidium Rubi Idaei.*
16. „ „ *Phragmidium Rubi.*
17. „ „ *Phragmidium violaceum.*
18. „ „ *Phragmidium Rosae alpinae.*
19. „ „ *Phragmidium speciosum.*
20. „ „ *Phragmidium subcorticium.*
21. „ „ *Phragmidium albidum.*
22. „ „ *Phragmidium carbonarium.*
23. „ „ *Triphragmium clavellosum.*
24. „ „ *Cronartium asclepiadeum.*
25. „ „ *Ravenelia indica.*
26. „ „ *Melamspora Helioscopiae.*
27. „ „ *Coleosporium Euphrasiae.*
28. „ „ *Chrysomyxa Rhododendri.*

Das Ganze nach Ludwig.

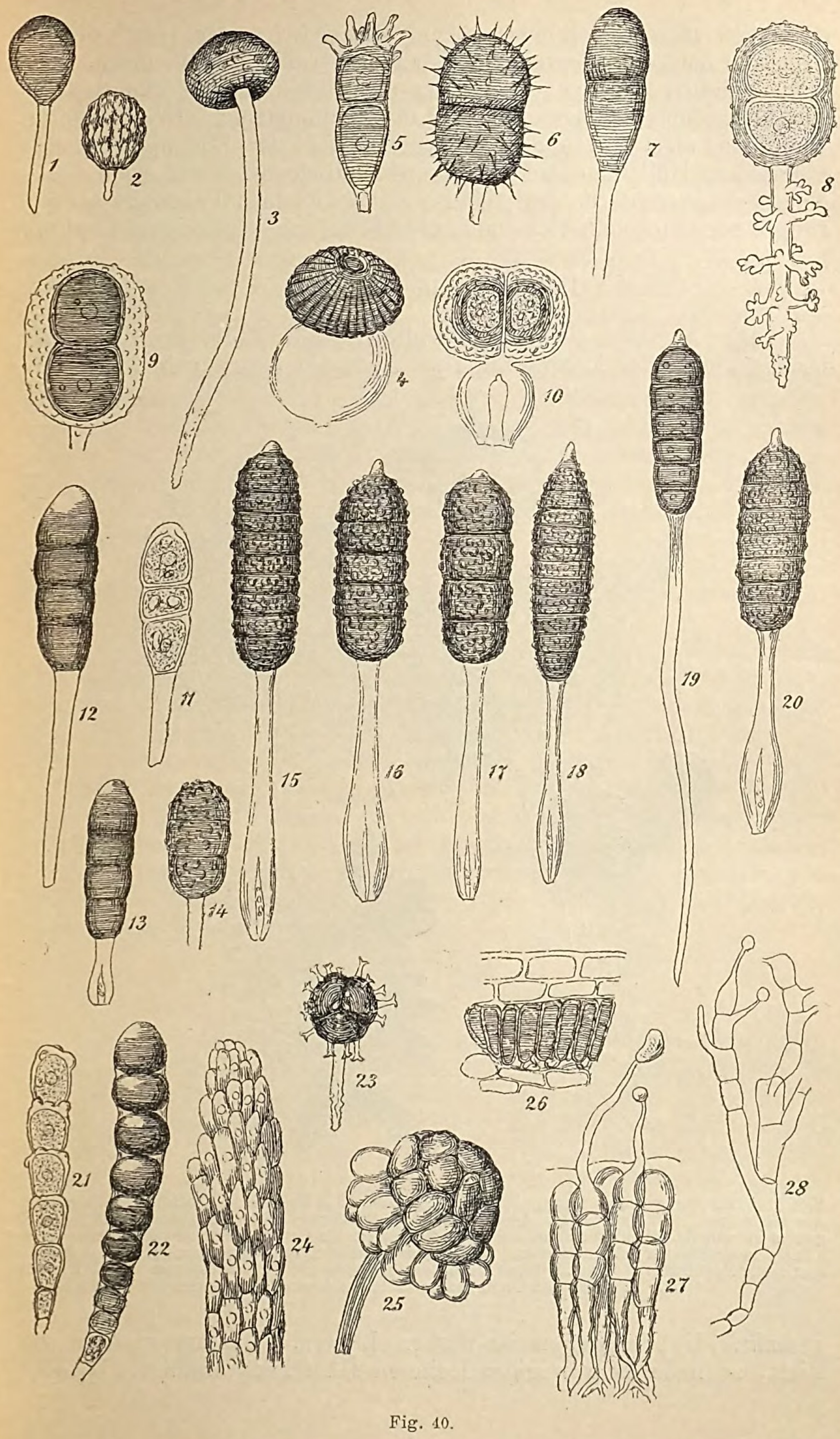


Fig. 40.

Wir müssen noch hervorheben, dass zwischen den verschiedenen Fruchtformen die unzweifelhaftesten Uebergänge vorkommen. Es kann nämlich auf der einen Seite die Peridie des Aecidiums nicht zur Ausbildung gelangen, so dass die Aecidiumfrucht Uredo-ähnlich wird, oder aber die Uredoform schreitet fort zur Bildung einer geschlossenen Hülle um ihre Lager, und endlich finden wir auch sicher einen Fortschritt darin, dass sich bei einigen Formen Teleutosporenfrüchte entwickeln, welche ganz die Ausbildung der Aecidien erhalten.

1. Unterfamilie *Puccinieae*.

Die Aecidien sind mit Peridie versehen, die bei der Reife becherförmig oder krugförmig ist. Pycniden fast kugelig, tief ein-

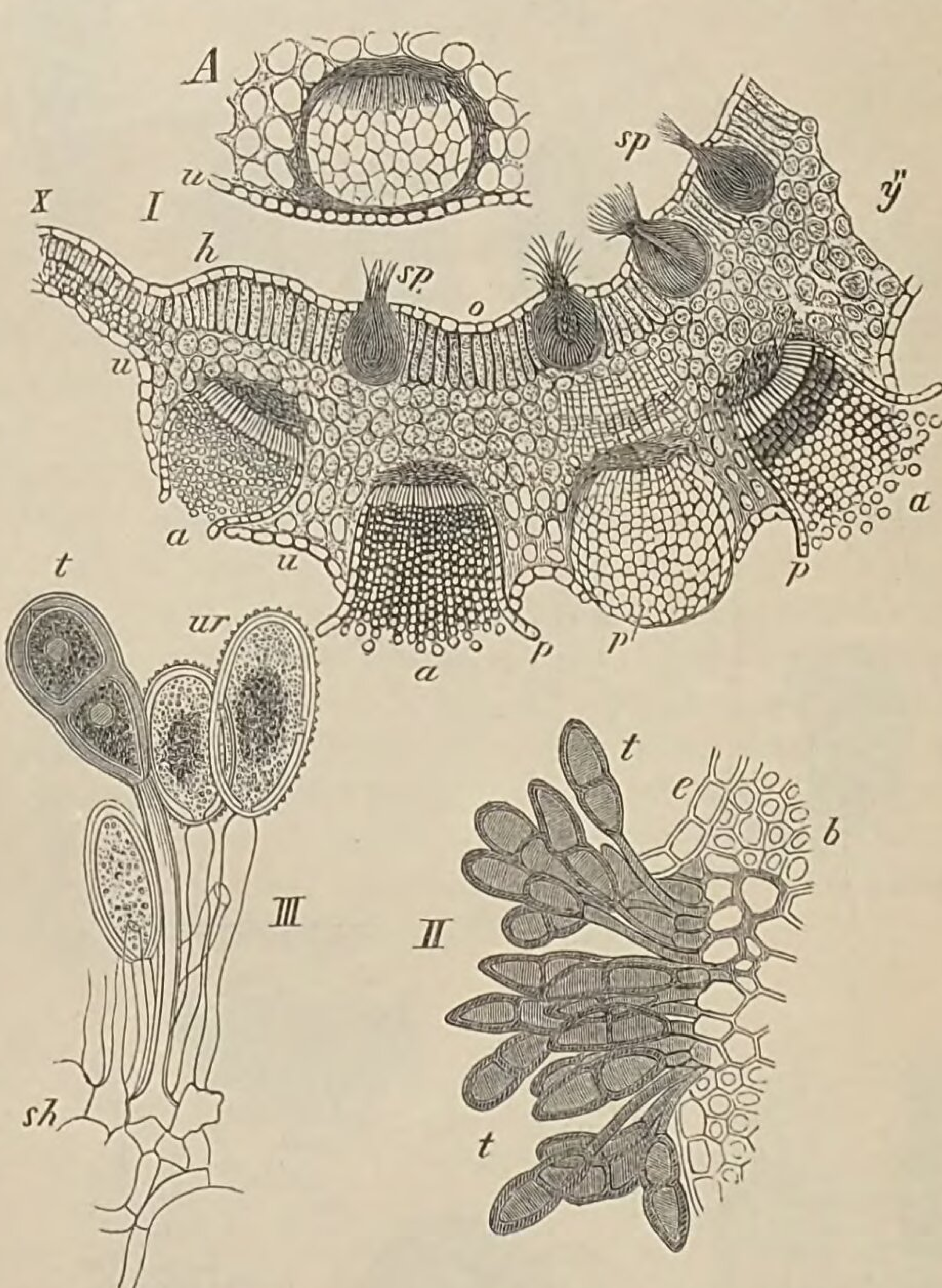


Fig. 41. *Puccinia graminis* nach SACHS und DE BARY. *A* Teil eines Blattquerschnittes von *Berberis vulgaris* mit einer jungen Aecidienfrucht; *I* Blattquerschnitt von *Berberis* mit Spermogonien *sp* und Aecidienfrüchten *a*, *p* die Peridie der letzteren; bei *x* natürliche Dicke des von *u* bis *y* monströs verdickten Blattes. *II* Teleutosporenlager auf dem Queckenblatt, *e* dessen zerrissene Epidermis, *b* dessen Zellgewebe unter der letzteren, *t* Teleutosporen. *III* Teil eines Uredolagers mit Uredosporen *ur* und *t* einer Teleutospore.

gesenkt. Uredosporen in flachen Lagern. Teleutosporen gestielt, zu mehr oder weniger lockeren Häufchen vereinigt, 1- oder

2zellig, jede Zelle mit einer Keimpore. Hieher gehören die beiden Gattungen *Uromyces* mit 1- und *Puccinia* mit 2zelligen Teleutosporen, deren Arten zu den gefährlichsten pflanzlichen Parasiten gehören. Von Feinden unserer Kulturpflanzen sind hier von der Gattung Uromyces folgende anzuführen (vergl. Fig. 40).

1. Autöcische Arten: *Uromyces Trifolii* auf Klee, *U. Fabae* auf verschiedenen Arten von *Vicia (Wicke)*, *U. Betae* auf *Zuckerrüben, U. appendiculatus* auf *Bohnen.*

2. Heteröcische Formen: *U. Dactylidis*, die Uredo- und Teleutosporenform auf Gräsern, die Aecidien auf Arten von *Ranunculus* und *Ficaria. U. Pisi*, Uredo- und Teleutosporen auf der Erbse und anderen Vicieen, die Aecidiensporen auf Arten von *Euphorbia,* vor allem *E. Cyparissias*, deren Zweige durch das im Wurzelstock perennierende Mycel starke Veränderungen (Hypertrophien) erfahren.

Die Gattung *Puccinia* unterscheidet sich dadurch von *Uromyces*, dass sie durchweg 2zellige Teleutosporen, d. h. besser gesagt, paarweise zu einem Ganzen verbundene Sporen, Doppelsporen, aufweist. Von autöcischen Arten ist z. B. die oben schon erwähnte *P. Malvacearum* anzuführen, die zeitweise in manchen Gegenden, auch Deutschlands, schon so massenhaft auftrat, dass durch sie die einheimischen Malvaceen schwer geschädigt wurden, und *P. Menthae* auf Arten von *Mentha.*

Viel wichtiger sind dagegen die heteröcischen Formen. So vor allem *P. graminis,* von welcher schon oben ausführlich die Rede war, und welche oft sehr grossen Schaden auf Getreidefeldern anrichtet (Fig. 41). In genau derselben Weise schädigen den Getreidebau oft ganz ausserordentlich schwer *P. coronata,* deren Aecidienfrüchte auf *Rhamnus* zur Entwickelung gelangen (früher als *Aecidium Rhamni* beschrieben) und *P. Rubigo vera* (mit zugehörigem *„Aecidium Asperifolii",* hauptsächlich auf *Lycopsis arvensis,* aber auch auf anderen *Borraginaceae).* — Die Zahl der bekannten *Puccinien* ist eine sehr grosse und lässt sich sicher als über 1000 angeben. Doch besitzen kaum noch weitere Arten allgemeine Bedeutung.

2. Unterfamilie. *Phragmidieae.*

Unterscheiden sich von der Puccinieae dadurch, dass bei ihnen die Pycniden sowohl wie die Aecidien nur wenig eingesenkt und von flach tellerförmiger Gestalt sind und dass die Aecidien keine Peridie besitzen. Dafür finden wir aber das Sporenlager, welches eine unregelmässige Form und Grösse besitzt, am Rande umgeben von keulenförmigen, sterilen Fäden, den sogenannten Paraphysen. Diese Aecidienlager — häufig *Caeoma* genannt — welche mit blossem Auge kaum von Uredohäufchen zu unterscheiden sind, werden mit bewaffnetem Auge leicht von diesen unterschieden, da bei ihnen die Sporen wie in den Aecidienbechern in Ketten liegen. Die Arten dieser Gruppe sind sämtliche autöcisch. *Triphragmium* hat Teleutosporen mit 3 in Dreiecksstellung (Fig. 40, 23) sich befindenden Zellen. — *T. Ulmariae* auf Arten von *Ulmaria.*

Phragmidium mit vielzelligen Teleutosporen, deren Zellen übereinander (in Reihen) stehen. — *Ph. violaceum, Ph. Rubi* und andere Arten sind gefährliche Parasiten der Brombeersträucher, welche sie in wenigen Jahren oft in grosser Menge abtöten. — *Ph. subcorticium,* einer der gefürchtetsten Parasiten des Rosenstocks (Fig. 40, 11—22).

3. Unterfamilie. *Melampsoreae.*

Hier vereinigen sich die teleutosporenbildenden Hyphen zu festen, krustenförmigen Lagern oder aufrechten Säulchen, welche dann bei der Reife nur aus Sporen bestehen und schon die Gestalt von Fruchtkörpern (Fig. 41, 26) besitzen, sonst wie vorige. *Melampsora Lini,* der *Flachsrost,* verursacht häufig grossen Schaden auf Flachsfeldern. — *M. pinitorquum*, Urheber der Kiefern-Drehwüchsigkeit, ein Waldverwüster, ist heteröcisch. Seine Uredo- und Teleutosporen entwickeln sich auf der Zitterpappel und schädigen diese Bäume wohl kaum. Die Aecidienform zeigt sich dagegen auf jungen Kiefern, welche oft in ganzen Beständen durch ihn zum Welken und Absterben gebracht werden. *M. tremulae* der *Lärchennadelrost,* kommt als Uredo- und Teleutosporenform ebenfalls auf der Zitterpappel vor, während die Aecidienform die Lärchen befällt und deren Nadeln zum Absterben und Abfallen bringt. *Calyptospora Goeppertiana* ist der Urheber des *Edeltannenrostes.* Die Uredo- und Teleutosporenform gelangt auf *Vaccinium Vitis Idaea* zur Entwickelung, während die Aecidienform die *Edeltanne* befällt. *Coleosporium Senecionis,* der Urheber des *Kiefernkrebses* oder der *Kiefernräude*, dessen Uredo- und Teleutosporenform auf *Senecio*-Arten sich entwickelt, befällt in seiner Aecidienform selbst ältere Kiefern, welche er mit seinem perennierenden Mycel durchwuchert und eine sehr reichliche Harzentwickelung hervorruft. — *Chrysomyxa Ledi* und *Chr. Rhododendri* (Fig. 41, 28) sind die Arten, welche den gefürchteten *Fichtenbecherrost* hervorrufen. Die Uredo- und Teleutosporen treten im Hochgebirge an *Rhododendron*, im niederen Gebirge und der Ebene auf *Ledum* auf. Die zugehörige Aecidienform *(Aecidium abietinum)* erscheint an Fichtennadeln, welche bald abfallen und dadurch sehr häufig den Tod der befallenen Bäume herbeiführen. Beide Arten gehören zu den fakultativ heteröcischen Uredinaceae, da sie in höheren Bergregionen überhaupt keine Aecidienform mehr bilden, sondern sich nur noch durch massenhaft erzeugte Uredo- und Teleutosporen verbreiten.

Hieher gehören wahrscheinlich noch einige bisher nur in der Aecidienform bekannte Arten, so das *Aecidium elatinum,* welches die Zweige der *Tanne* zu hypertrophischem Wachstum veranlasst und oft am Stamme grosse, tonnenförmige Anschwellungen hervorbringt.

Sehr auffallend ist die Gattung *Cronartium* (Fig. 41, 24). Bei ihr schliessen die Teleutosporen bildenden Fäden zu säulenartigen Gebilden fest zusammen, welche aus den Blättern der Wirtspflanze hervorbrechen. Zu gleicher Zeit entwickeln sich am Grunde des Säulchens die Uredosporen, welche von einer Hülle umschlossen sind. —

Cr. ribicola ist der Urheber des *Blasenrostes* der *Weymouthskiefern,* in deren Beständen er in der Aecidienform grosse Verwüstungen anrichtet. Die Uredo- und Teleutosporenform entwickelt sich auf *Ribes*-Arten. *Cr. asclepiadeum,* Uredo- und Teleutosporenform finden sich auf *Cynanchum Vincetoxicum,* Aecidiosporen auf der *Kiefer* und hier einen *Rindenblasenrost* hervorrufend.

4. Unterfamilie. *Gymnosporangieae.*

Die Teleutosporen treten hier in ansehnlichen, kegelförmigen, ziemlich grossen Fruchtkörpern auf, die von Gallerthüllen umgeben sind. — Hieher gehören wohl nur heteröcische Arten, welche häufig als gefährliche Parasiten, besonders der Obstbäume auftreten. — *Gymnosporangium Sabinae* ist der Urheber des *Gitterrostes* der *Birnbäume.* Uredo- und Teleutosporen brechen in ansehnlichen, gallertartigen, gelben Massen aus der Rinde des *Sadebaums* hervor. Die Aecidien und Pycniden entwickeln sich dagegen auf den Blättern des *Birnbaums*, indem sie grosse, orangefarbige oder rote, polsterartig vorgewölbte Flecke hervorrufen. Die grossen Aecidien (früher als *Roestelia cancellata* beschrieben) bleiben am Scheitel bei der Reife geschlossen, die Hülle spaltet sich jedoch auf den Seiten mit mehreren Längsrissen, weshalb die Aecidien gitterartig durchbrochen erscheinen. — *G. clavariaeforme* tritt in ganz ähnlicher Weise auf wie vorige Art. Die Uredo- und Teleutosporen auf den Blättern des *Apfelbaums* und des *Crataegus Oxyacantha,* die Aecidien auf *Juniperus communis.*

5. Unterfamilie *Endophylleae.*

Hier werden wirkliche Teleutosporenfrüchte gebildet, welche mit Peridie versehen sind und deren in Ketten liegende Sporen nur dadurch sich von Aecidiosporen unterscheiden, dass sie fruktifikativ (Keimschlauch-Basidie) austreiben. Als Nebenfruchtformen kommen Pycniden vor.

Am meisten verbreitet ist *Endophyllum Sempervivi,* welche autöcisch auf *Sempervivum*-Arten vorkommt.

2. Familiengruppe. Auriculariales.

Die Basidien sind wie bei den *Uredinales* quergeteilt, 4zellig, von jeder Zelle wird an einem langen Sterigma eine Spore gebildet. Während aber bei den Uredinales die Basidie aus der Chlamydospore hervorgeht, entspringt dieselbe hier direkt aus dem vegetativen Mycel.

37. Familie. Auriculariaceae.

Die einzige Familie mit dem Charakter der Familiengruppe.

Während wir bei *Stypinella purpurea* noch ein lockeres, unregelmässiges Hyphengeflecht finden, von dem an beliebigen Stellen

die Basidien abgehen, besitzt die Gattung *Auricularia* mehr oder weniger regelmässig geformte, aus festverflochtenen Hyphen gebildete Fruchtkörper, an deren Oberfläche die Basidien (also gymnocarp) dichtgedrängt zu einem Hymenium zusammenschliessen. — *Auricularia Auricula Judae* mit schüssel- oder ohrförmigen, stark gefalteten, grossen, gallertartigen Fruchtkörpern, ist an lebenden Stämmen von *Sambucus nigra* nicht selten.

3. Familiengruppe. Tremellales.

Sie besitzen ähnliche Fruchtkörper wie *Auricularia*, unterscheiden sich jedoch sehr scharf durch ihre Basidien, welche nicht quergeteilt, sondern durch 2 aufeinander senkrecht stehende, vertikale

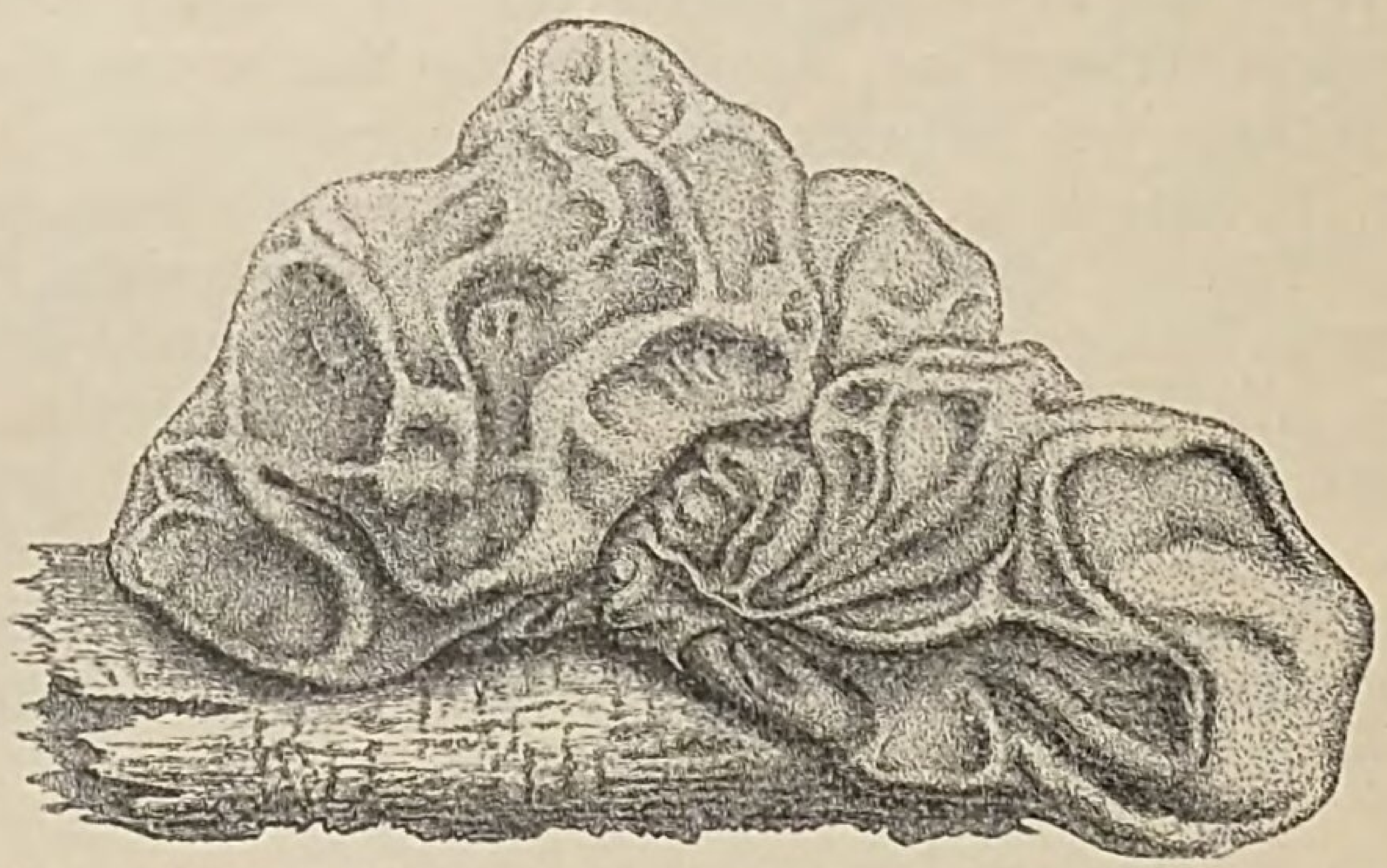


Fig. 42. *Tremella mesenterica.* Pilz in natürlicher Grösse auf einem Aststücke sitzend. Nach Tulasne. (Luerssen.)

Wände in 4 Zellen längsgeteilt sind. Auch hier bringt jede dieser langgestreckten Basidienzellen (am Scheitel) eine Spore zur Entwickelung. Als Nebenfruchtformen kommen ausserordentlich verschiedenartige Conidienbildungen zur Entwickelung.

38. Familie. Tremellaceae.

Die einzige der Gruppe mit dem Charakter derselben.

Exidia gelatinosa und *Tremella mesenterica* (Fig. 42), sind beide im Bau ihres Fruchtkörpers der Gattung *Auricularia* oft täuschend ähnlich; sie finden sich an faulenden, morschen Zweigen.

2. Unterreihe. Protobasidiomycetes angiocarpi.

Die Basidien entwickeln sich in geschlossenen Fruchtkörpern.

4. Familiengruppe. Pilacrales.

Die Fruchtkörper bestehen aus grauweissen, von einem zarten Stiel getragenen Köpfchen, welche aus unzähligen, radial ausstrahlen-

den Hyphen zusammengesetzt sind. An diesen entstehen im Innern des Köpfchens kurze Seitenzweige, welche durch 3 übereinander stehende Querwände 4zellig (zu Basidien) werden, und von denen jede Zelle eine festsitzende Basidiospore erzeugt.

39. Familie. Pilacraceae.

Sie ist die einzige der Gruppe und hat deren Merkmale.

Pilacre Petersii findet sich an alten Stämmen von Hainbuchen.

2. Reihe. Autobasidiomycetes.

Die Basidien sind stets ungeteilt und bringen meist am Scheitel, selten seitlich, Sporen in ganz bestimmter Anzahl (meist 4, seltener 2, 6 oder 8) an mehr oder weniger langen Sterigmen hervor.

1. Unterreihe. Dacryomycetes.

Sie sind von allen übrigen Autobasidiomyceten durch den Bau ihrer Basidien verschieden. Diese sind nämlich lang keulenförmig und tragen an ihrem Scheitel zwei sehr lange, dicke Sterigmen, von denen jede eine grosse Basidiospore hervorbringt. Die Fruchtkörper sind gallertartig, von Anfang an gymnocarp, d. h. die Basidien treten überall an der Oberfläche des Fruchtkörpers frei hervor. — Reiche Nebenfruchtformen, Conidien und Oidien.

40. Familie. Dacryomycetaceae.

Die einzige der Unterreihe mit den Charakteren derselben.

Dacryomyces delinquescens ist auf altem, feuchtem Holze häufig, und hat brennendrote, kleine, gallertartige, tropfenförmige Fruchtkörper. — *Calocera viscosa*, mit keulenförmigen, reich verzweigten Fruchtkörpern, ist häufig auf Coniferenbaumstümpfen.

2. Unterreihe. Hymenomycetes.

Die Basidien sind einfach cylindrisch oder keulenförmig, meist mit 4 (seltener 2, 6 oder 8) pfriemlichen, kurzen Sterigmen. — Die Fruchtkörper sind nur selten locker, gallertartig oder spinnwebig oder gar nicht ausgebildet, meist werden sie aus fest verflochtenen Hyphen gebildet. Die Basidien entstehen meist an ganz bestimmten, festumgrenzten Teilen der Fruchtkörper, sind aber zur Zeit der Sporenbildung stets frei. Verhältnismässig selten findet sich noch Conidienbildung.

41. Familie. Tomentellaceae.

Man könnte diese Familie als eine acarpe Gruppe der Hymenomyceten ansehen, denn bei ihnen findet man nie einen wirklichen

Fruchtkörper. Die Arten derselben zeigen sich meist als zarte, lockere, spinnwebartige Anflüge auf altem Holz oder feuchter Erde, seltener sind sie mehr oder weniger deutlich umgrenzte Körper; aber auch bei ihnen entstehen die Basidien stets an beliebigen Stellen unmittelbar aus den Mycelien. — *Tomentella granulata* wächst auf feuchter Erde. — *Hypochnus* mit zahlreichen Arten, meist auf altem, feuchtem Holz, aber auch auf Früchten, z. B. *H. Cucumeris* und *H. Solani*, und diese zerstörend.

42. Familie. Exobasidiaceae.

Sie schmarotzen auf lebenden Pflanzen und verursachen häufig auffallende Hypertrophien der befallenen Organe. Das Mycel durchwuchert meist nur streckenweise die ergriffene Pflanze, durchbricht dann die Epidermis und überzieht den kranken und durch das wuchernde Mycel meist auffallend gefärbten Pflanzenteil mit einer ziemlich dichten Schicht von Sporenträgern. Diese sind anfangs nichts anderes als Conidienträger, welche in grosser Zahl Conidien abschnüren; später treten allmählich immer mehr Basidien auf, bis zuletzt ein nur aus Basidien gebildetes Hymenium vorhanden ist. Die Fruchtkörper sind hier typisch gymnocarp. — *Exobasidium Vaccinii* ist ein sehr häufiger Parasit auf Arten von *Vaccinium,* besonders auf *V. Vitis Idaea*, deren Zweige und Blätter durch ihn rot gefärbt und blasig aufgetrieben werden.

43. Familie. Telephoraceae.

Hier finden wir schon bedeutend stärker entwickelte Fruchtkörper als bei der vorigen Familie. Die Gestalt derselben ist zwar noch unbestimmt, es lässt sich jedoch deutlich eine Mark- und eine Rindenschicht unterscheiden, welch' letztere dann von dem dichten Basidiohymenium vollständig überzogen wird. Die Basidien haben 2 oder 4 Sterigmen. Zwischen den Basidien findet man stets keulenförmige, sterile, langgestreckte Schläuche, die sogenannten Cystiden, welche oft weit über die Basidien sich hinaus erstrecken. Die Bedeutung derselben ist noch nicht klargelegt worden. Auch hier sind die Fruchtkörper von Anfang an gymnocarp, erlangen eine mehr oder weniger lederartige Konsistenz und sind von muschelförmiger, trichterförmiger oder seltener hutförmiger Gestalt. — *Stereum hirsutum* ist wie die meisten Arten dieser Gattung eine sehr polymorphe Art. Entweder schmiegt sich der Fruchtkörper dem Substrat — altem Holze — mehr oder weniger fest an und trägt dann die Basidien auf der Oberseite (= resupinate Form) oder aber die Fruchtkörper werden mehr oder weniger deutlich hutförmig und bilden dann die Hymenialschicht nur auf der Unterseite aus. — Die zahlreichen Arten der Gattung *Telephora* bilden meist schon grössere Fruchtkörper aus, welche oft charakteristische Formen an-

nehmen, z. B. *T. Perdix,* eine Krankheit der Eichen hervorrufend und *T. laciniata,* ein grosser Schädling junger Fichtenpflanzungen.

44. Familie. Clavariaceae *(Keulenschwämme).*

Sie sind ebenfalls mit gymnocarpen Fruchtkörpern versehen, die meist fleischig, keulenförmig und fast durchweg mehr oder weniger reich verzweigt (oft corallenartig) sind und überall vom Hymenium überkleidet werden. Häufig treten Sclerotien auf. — *Clavaria Botrytis*, mit reichverzweigten, ansehnlichen Fruchtkörpern, wächst in Wäldern auf humosem Boden.

45. Familie. Hydnaceae *(Stachelschwämme).*

Diese Familie kann wie alle nun folgenden der Hymenomyceten als hemiangiocarp bezeichnet werden. Die Basidienbildung erfolgt hier nämlich nur an ganz bestimmten Stellen des Hymeniums und zwar zunächst bei den Hydnaceae an stachel- oder kammförmigen Vorsprüngen, seltener an einfachen, warzigen Auswüchsen. Die Familie erweist sich dadurch noch als am Anfang der hemiangiocarpen Formen stehend, dass hier die Form der Fruchtkörper noch nicht zu einer bestimmten Gestaltung fortgeschritten ist. Wir finden hier nämlich noch häufig mehr oder weniger krustenartige Gestalten mit auf der Oberseite liegenden, warzigen, undeutlichen Fortsätzen, welche sehr an die Arten der vorhergehenden Familien erinnern. Aber auch die höherstehenden Arten, die als Fruchtkörper gewöhnlich einen gestielten Hut und auf seiner Unterseite das Stachelhymenium besitzen, treten nicht selten in resupinater Form auf. — Manchmal kommt noch Oidienbildung vor.

Hydnum, mit sehr zahlreichen Arten, von denen *H. repandum* und *H. coralloides* oft in grosser Menge in Wäldern auftreten und häufig als (allerdings wenig geschätzte) Speisepilze dienen. — *Irpex fusco-violaceus*, mit schön violetten Fruchtkörpern, ist sehr häufig auf alten Baumstümpfen.

46. Familie. Polyporaceae *(Löcherschwämme).*

In der Ausbildung der Fruchtkörper sind sie noch sehr schwankend. Es finden sich — allerdings ziemlich selten — unbestimmt krustenförmige, resupinate Formen, deren Fruchtkörper keine Differenzierung in sterile und fertile Zone erkennen lassen, dann solche, die seitlich dem Substrat angewachsen sind, ohne einen Stiel zu besitzen, und endlich echte Hutschwämme, welche einen zentralen Stiel aufweisen. Gemeinsam ist jedoch allen diesen Formen, dass sich an der Oberfläche des Fruchtkörpers, meist auf der Unterseite desselben, Gruben oder röhrenförmige Kanäle oder unregelmässig gewundene Spalten vorfinden, deren Wandungen allein vom Hymenium überkleidet werden, so dass also die Basidiensporen stets in Gruben oder Höhlungen gebildet werden.

1. Unterfamilie. *Merulieae.*

Der Fruchtkörper ist sehr verschiedenartig, resupinat, d. h. krustenartig, dem Substrat angeschmiegt oder mehr oder weniger unregelmässig hutförmig, im ersteren Fall auf der Oberseite, im letzteren auf der Unterseite flache, vielfach verästelte Runzeln oder Gruben aufweisend, in denen allein die Basidien sich finden.

Merulius tremellosus mit hyalinen (farblosen) Sporen an alten Pappeln. — *Serpula lacrymans* (früher *Merulius lacrymans* genannt) mit braunen Sporen, ist der gefährliche Hausschwamm. Derselbe zeigt sich selten in Wäldern an lebenden Bäumen, besonders an Nadelhölzern, meist lebt derselbe saprophytisch auf altem, etwas feuchtem Holz. Ist derselbe durch sein ausdauerndes Mycel oder durch Sporen in das Holz eines Hauses gelangt, so breitet er sich überraschend schnell nach allen Seiten in demselben aus und zersetzt durch Ausscheidung von Fermenten das Holz derartig, dass es sich zuletzt leicht zwischen den Fingern zerreiben lässt. Durch die Zersetzung wird das Holz sehr stark hygroskopisch und ist befähigt, Wasser mit grosser Schnelligkeit emporzuleiten. Aber auch das rapid wachsende Pilzmycel leitet das Wasser und gibt dies dann an das morsche Holz ab, welches dadurch stetig feucht erhalten wird. Die vom Hausschwamme befallenen Häuser sind deshalb nicht nur gefährdet, weil ihr Holzwerk vom Keller bis zum Giebel vom Mycel durchwuchert wird und das morsche Holz die Gefahr eines Einsturzes mit sich bringt, sondern auch, weil die Wände stets feucht und übelriechend sind. Bei Zutritt von Luft und Licht bildet dann das Mycel in ungeheurer Menge Fruchtkörper von ausserordentlich variierender Form und Grösse. Die daselbst in unglaublicher Zahl fort und fort gebildeten Sporen fliegen in der Luft herum und sind imstande, schwere Reizungen der Schleimhäute der Respirationsorgane herbeizuführen.

2. Unterfamilie. *Polyporeae.*

Die Fruchtkörper sind von vielen, sich berührenden, tiefen Röhren durchzogen, so dass die fertile Fläche dieser Formen von unzähligen feinen Poren übersät ist (Fig. 43). Hieher gehört eine grosse Zahl von sehr gefährlichen Forstverwüstern, auch einige Speisepilze.

Polyporus besitzt gelbliche oder weissliche Fruchtkörper und farblose Sporen: *P. sulphureus*, meist auf Eichen aber auch auf anderen Bäumen; er ist der Urheber der Rotfäule, die das Holz der befallenen Bäume völlig zerstört. Die Fruchtkörper sind essbar. — *P. betulinus,* nur auf *Birken* vorkommend, ist einer der gefährlichsten Parasiten, oft ganze Bestände in kurzer Zeit vernichtend. — Aehnlich ist der *P. laevigatus,* welcher auch nur auf *Birken* parasitiert. — *P. vaporarius* befällt dagegen *Kiefern* und *Fichten* und tritt auch häufig an Bauholz auf, welches er weich und morsch und dadurch völlig unbrauchbar macht. — *P. destructor* lebt in ganz ähnlicher Weise häufig in Häusern wie *Serpula lacrymans,* doch ist er nicht

so gefährlich wie dieser, da er keine Feuchtigkeit der Wände verursacht. — *P. officinalis* ist infolge seines Gehaltes an harzartigen Stoffen medizinisch gebräuchlich und wird besonders als blutstillen-

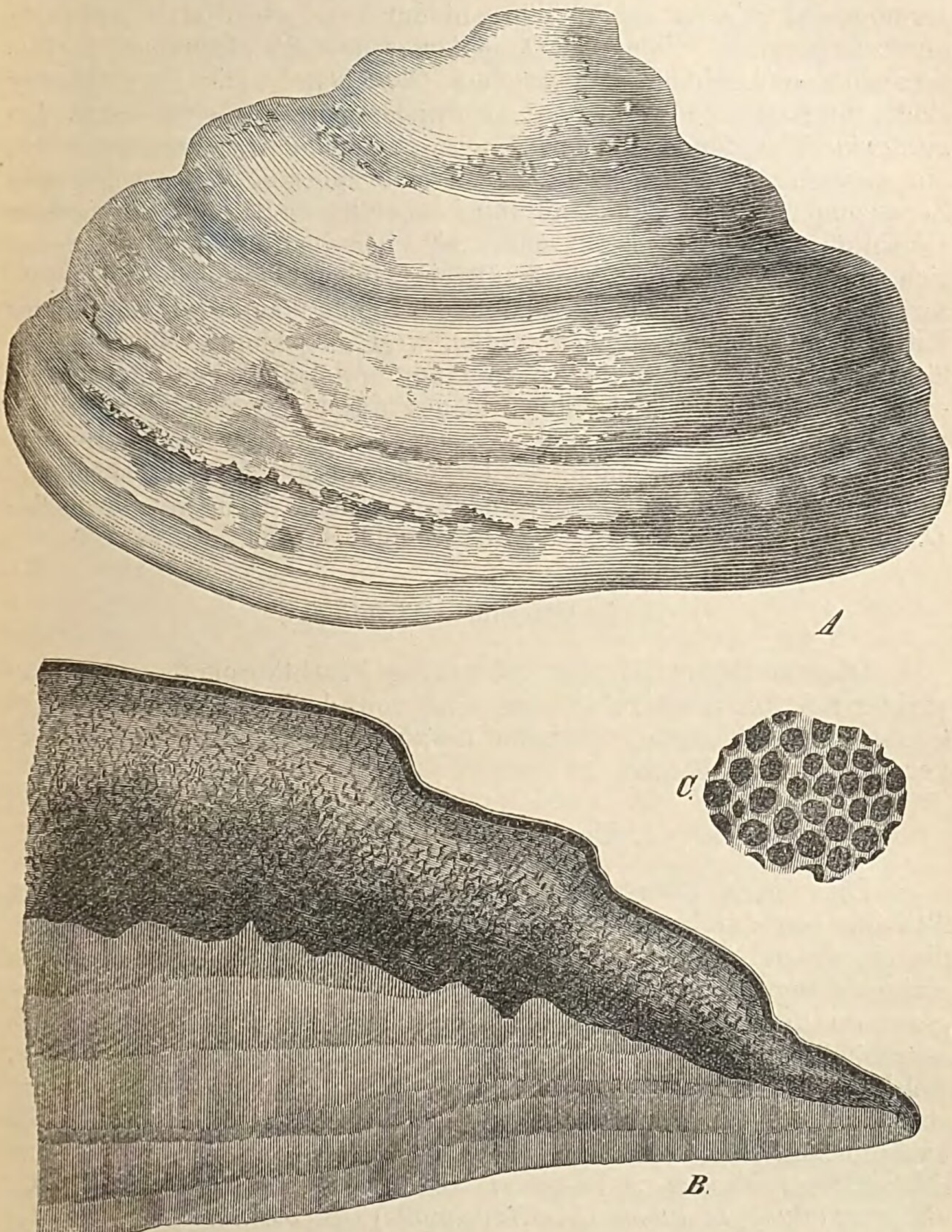


Fig. 43. *Ochroporus fomentarius.* *A* Ganzer (kleiner) Pilz von der Oberfläche gesehen, etwas verkleinert. *B* Pilz im senkrechten Durchschnitte. *C* Ein kleines Stückchen der Unterfläche des Hutes stark vergrössert. (Luerssen.)

des Mittel angewendet. Er befällt und tötet *Lärchenbäume.* — *P. squamosus*, Verwüster der *Nussbäume.* — *P. ovinus*, das sogenannte *„Schafeuter"*, an Nadelhölzern, ist essbar.

Ochroporus unterscheidet sich von *Polyporus* durch braunen Fruchtkörper. Von den Arten dieser Gattung sind hervorzuheben; *O. Pini*, der Urheber der „Rotfäule" der *Kiefern*, welcher bei uns sehr verbreitet ist. Die Fruchtkörper treten konsolenförmig auf und vermögen sich mehr als 50 Jahre hindurch zu vergrössern und fortgesetzt Sporen zu bilden. — *O. igniarius* der *Feuerschwamm*, befällt verschiedene Laubhölzer, besonders *Obstbäume*. Die Fruchtkörper sind sehr hart und werden oft zu Spielereien verarbeitet. — *O. fomentarius*, der *Zunderschwamm*, meist auf *Rotbuchen*, verursacht wie die meisten Arten dieser Gattungen eine langsam sich ausbreitende Zersetzung des Holzes und Abtötung der befallenen Bäume. Die grossen Fruchtkörper (Fig. 43) sind sehr hart, über der Röhrenschicht findet sich eine Zone, aus ineinander gefilzten Hyphen bestehend, welche die zarte, braune Zunderschicht darstellt; der Zunder kann als blutstillendes Mittel unmittelbar verwendet werden, wird er geklopft, mit Salpeterlösung getränkt und gerieben, so fängt er leicht Feuer. Jetzt wird er hauptsächlich noch als blutstillendes Mittel verwendet, hatte aber vor Erfindung der Streichhölzer eine viel grössere Bedeutung als Mittel, Feuer zu gewinnen. — *Daedalea* besitzt Fruchtkörper, bei welchen die Basidien in gewundenen, tiefen Gängen sitzen. — *D. quercina* ist ein Parasit an Eichen und Buchen.

3. Unterfamilie. *Fistulineae.*

Hier berühren sich die Röhren des Fruchtkörpers nicht wie in voriger Sektion, sondern sie sind eine von der anderen scharf getrennt und isoliert. — *Fistulina hepatica* bildet grosse, fleischige Fruchtkörper an Eichen.

4. Unterfamilie. *Boleteae.*

Die fertile Röhrenschicht ist leicht vom übrigen fleischigen Teil des fast durchweg hutförmigen Fruchtkörpers zu trennen. Auch die einzelnen Röhren sind voneinander isoliert. — Zu ihnen gehören einige häufig genossene Speisepilze, so der *Boletus scaber*, die sogenannte *Rotkappe*, welcher auf dem Boden von Birkenwäldern oft sehr häufig auftritt, ferner *B. bulbosus* (= *B. edulis*), der *Steinpilz*, welcher zu den geschätztesten Speisepilzen gehört und in Wäldern stellenweise herdenartig vorkommt. — *B. Satanas*, welcher ebenfalls an ähnlichen Standorten wie vorige wächst, ist dagegen wahrscheinlich giftig. Essbar sind ferner, wenn auch von geringerer Güte, *B. granulatus*, *B. luteus* (der *Schleimpilz*), *B. bovinus* (der *Kuhpilz*) und noch viele andere, welche alle in lichten Wäldern oder an Waldrändern oft in grosser Menge auftreten.

47. Familie. Cantharellaceae.

Der Fruchtkörper ist meist fleischig, hutförmig, mit radial ausstrahlenden, gegen den Rand hin meist dichotomisch verzweigten

Leisten oder Falten. — Hieher gehört der beliebte und als Volksnahrungsmittel Bedeutung besitzende *Cantharellus cibarius*, der *Pfefferling*. — Der ihm sehr nahestehende *C. aurantiacus* gilt dagegen für giftig.

48. Familie. Agaricaceae.

Der Fruchtkörper ist meist fleischig, hutförmig mit meist (fast durchweg auf der Unterseite) sehr deutlichen, radialen, freien Lamellen, an denen das Hymenium zur Entwickelung gelangt, von viel komplizierterem Bau als der der Polyporaceae.

Die Fruchtkörper entwickeln sich im einfachsten Fall auf folgende Weise: Aus der Basidiospore entsteht zuerst ein Keimschlauch und aus diesem ein reich verzweigtes Mycel. Häufig treten an den Hyphen durch starke Verknäuelung der Seitenzweige und dadurch erfolgende Bildung eines in der Wandschicht pseudoparenchymatischen Körpers kleine Sclerotien auf, aus welchen bei Wasserzutritt dann einzelne oder mehrere Fruchtkörper hervorgehen. Meist entstehen letztere aber auch direkt am Mycel, indem an beliebigen Hyphen grosse Mengen von Fäden entspringen, welche dichte Büschel bilden, sich fest miteinander verflechten und dadurch rasch heranwachsende Körper von unregelmässig kugeliger Form hervorbringen. Während nun aber die Hyphen an der Peripherie dieses Körpers immer locker bleiben und nur ein beschränktes Wachstum zeigen, entwickeln sich die im Zentrum liegenden mit grosser Schnelligkeit, verflechten sich durch reichliche Bildung von Seitenzweigen fest miteinander und bilden so ein pseudoparenchymatisches Gewebe, welches die Stielanlage darstellt. Am oberen Ende der Stielanlage ist das Wachstum der Hyphen von ganz besonderer Schnelligkeit. Dieselben dehnen sich radial sehr stark aus und bilden zuletzt einen kuppelförmigen Körper, die Hutanlage. Aber sowohl Stiel- wie Hutanlage sind noch fest umschlossen von der lockeren, peripherischen Partie, der Hülle oder Volva. Die beiden ersteren nehmen durch intensives Wachstum immer mehr zu, indem sich der Stiel streckt und der Rand des Hutes in radialer Richtung an Ausdehnung gewinnt. An der Innenseite des Hutes treten nun sehr bald Neubildungen auf, indem sich in kurzen Abständen radial angeordnete Vorsprünge oder Leisten erheben, welche — immer gleiche Dicke behaltend — zu den späteren Lamellen heranwachsen. Die Oberfläche derselben ist vollständig überdeckt mit kurzen, palissadenartig fest zusammenstehenden Hyphenschläuchen. Das übrige Hyphengewebe der Lamellen wird als Trama bezeichnet. Während nun so das Hyphengewebe des Stiels und des Hutes noch ein sehr lebhaftes Wachstum zeigt, verliert die Volva oder Velum universale (Hülle) besonders über dem Hute allmählich diese Eigenschaft und wird infolge der schnellen Ausdehnung des Stiels und Hutes auseinander gezerrt, vertrocknet, und bedeckt zuletzt meist die Hutoberfläche als weisser oder weisslicher Staub. In diesem Stadium nun hört allmählich das äussere Wachstum des Fruchtkörpers auf,

dafür beginnt aber die Ausbildung der Basidien. Alle Zellen des Fruchtkörpers nehmen, nachdem das Spitzenwachstum der Hyphen mehr oder weniger vollständig beendet ist, interkalar an Grösse zu, die die Lamellen palissadenartig überkleidenden Schläuche strecken sich und erlangen sehr verschiedene Ausbildung. Ein Teil nimmt auffallend stark in der Breite zu und bleibt steril, die sogenannten Paraphysen; eine kleinere Zahl, welche besonders an der Schneide der Lamellen steht, verlängert sich sehr stark und schwillt tonnenförmig an, bleibt aber ebenfalls steril, die sogenannten Cystiden; der weitaus grösste Teil der Palissaden streckt sich aber nicht unbedeutend und wird, indem am Scheitel sich die pfriemlichen Sterigmen zeigen, zu cylindrischen Basidien. Sobald die Basidiensporen ihre Reife erreicht haben, erfolgt plötzlich mit grosser Schnelligkeit die Streckung des Stiels, indem seine Zellen sehr stark (interkalar) an Länge zunehmen; die Reste der Volva (Velum universale) umgeben den Stielgrund meist als manschettenförmiges Gebilde; der Hut wird in die Höhe gehoben, erfährt mancherlei Veränderungen seiner Form, und die Sporen werden infolge grosser Turgescenz der Basidien mit erheblicher Kraft von den Sterigmen abgeschleudert. Die Basidien verlieren dabei ihren Inhalt und verschrumpfen. Die Sporenentleerung erfolgt ebenso wie die Streckung des Stiels in sehr kurzer Zeit. Nachdem dieselbe beendigt ist, schwindet die Turgescenz des ganzen Fruchtkörpers völlig dahin und derselbe zerfliesst häufig sehr bald. — Die gegebene Entwickelung ist die von *Coprinus stercorarius*, welche bis zum letzten Punkt durch Brefeld festgestellt wurde. Nur von wenigen anderen Agaricaceen ist die Entwickelungsgeschichte mit ähnlicher Genauigkeit bekannt. — Es ist also vor allem festzustellen, dass sich der so hoch entwickelte Fruchtkörper aus einer ursprünglich homogenen Fruchtanlage entwickelt. Obgleich jedoch die Agaricaceae zum grossen Teil im Entwickelungszustand angiocarp sind, muss man sie doch zu den hemiangiocarpen Formen stellen, da bei allen Arten im entwickelten Zustande die Sporen nicht von einer Hülle eingeschlossen sind.

Es gibt nun aber auch genug Arten und ganze Gattungen, bei welchen eine Volva überhaupt scheinbar fehlt. Bei genauer Untersuchung hat es sich jedoch erwiesen, dass dieselbe nur äusserst reduziert ist und dass sich auf den im entwickelten Zustand völlig glatten Fruchtkörpern noch Gebilde (haarartige, keulenförmige Hyphen auf deren Oberfläche) finden lassen, wie sie in genau derselben Weise für eine Volva charakteristisch sind. — Von hervorragendem Interesse sind bei den Agaricaceen noch die für die Systematik grosse Bedeutung besitzenden Schleierbildungen (Velum), welche ihren Ursprung von der bei der Entwickelung der Fruchtkörper sich ausserordentlich verschiedenartig verhaltenden Volva herleiten. Bei der Entwickelung mancher Arten ist das Gewebe der Hutanlage von der Volva nicht scharf getrennt, sondern es findet sich hier eine „neutrale Gewebepartie“, von der man nicht sagen kann, ob sie zum Hut oder zur Volva gehört. Die Hyphen dieser

Partie verwachsen mit dem Teil der Volva, welche den Stiel umgibt. Erfolgt nun die Streckung des Stiels oberhalb dieser Verwachsungsstelle, so wird das ganze Gewebestück (Velum universale), welches bisher auch die Unterseite des Hutes verschlossen hielt, vom Stiel allseitig losgerissen und in die Höhe gehoben. Da sich nun der Hutrand radial ausdehnt, das Velum diesem Wachstum aber nicht zu folgen vermag, so erfolgt auch eine Trennung desselben vom Hutrande und das Velum bleibt allmählich vertrocknend als ein verschiebbarer Ring (Annulus mobilis) am Hutstiel zurück. — Erfolgt jedoch die Streckung des Stiels in der unterhalb der Verwachsungsstelle befindlichen Partie, so wird das Velum partiale mit dem Stiel hochgehoben, bleibt stets fest mit demselben in Verbindung, reisst jedoch von dem Hutrande bei dessen starkem, radialem Wachstum los und bildet dann den sogenannten Annulus inferus, einen mit dem Stiel festverwachsenen Ring. — Endlich kommt es auch vor, dass das Velum nicht regelmässig vom Hutrande oder vom Stiele sich loslöst, sondern in Fetzen zerreissend, am Hutrande hängen bleibt und so den sogenannten Randschleier bildet.

Den Annulus superus finden wir endlich bei den höchst entwickelten Pilzformen, z. B. bei der Gattung *Armillaria* (Fig. 44). Hier zeigen die jungen Fruchtanlagen eine sehr stark entwickelte Volva, die schon in sehr frühen Zuständen vom Gewebe des Hutes scharf getrennt ist. Noch mehr abweichend gegenüber dem Verhalten der übrigen Agaricaceae ist jedoch der Umstand, dass die die Basidien tragenden Lamellen nicht gegen den Stiel hin freiliegen, sondern im Innern eines homogenen Grundgewebes entstehen. Auch nachdem die Lamellen schon ihre definitive Ausbildung erlangt haben, werden sie immer noch vom Stiel durch eine „neutrale Hyphenschicht" getrennt (Velum partiale). Diese löst sich bei der rapiden Dehnung des Hutes vom Rande desselben los und bleibt manschettenartig am oberen Teil des Stiels an der Ansatzstelle desselben am Hut hängen.

Von Interesse für die Kenntnis der Agaricaceae ist dann noch das Vorkommen von Milchsaftschläuchen, wie wir sie z. B. bei *Lactarius* finden. Der meist weisse oder gelbrote Milchsaft, welcher häufig an der Luft noch lebhaftere Farben annimmt, findet sich in langgestreckten, reichverzweigten, unregelmässig durch den Fruchtkörper zerstreuten, häufig anastomosierenden und schlauchförmigen Hyphen, welche nur selten Querwände aufweisen.

Endlich ist noch hinzuweisen auf das bei den Agaricaceae sehr verbreitete Vorkommen von Sclerotien und Rhizomorphen. Die Sclerotien oder Dauerzustände des Mycels, aus denen häufig direkt die Fruchtkörper hervorgehen, werden bei manchen Arten, z. B. bei den Gattungen *Lentinus* und *Mylitta* (Afrika, Indien, Australien) faust- bis kopfgross und steinhart. Dieselben enthalten massenhaft Reservestoffe und werden deshalb von den Eingeborenen der Gegenden ihres Vorkommens gegessen und als „*natürliches Brot*" bezeichnet. Ein anderer Dauerzustand des Mycels sind die sogenannten Rhizomorphen. Dieselben nehmen fast durchweg ihren Ursprung aus Sclerotien und besitzen vollständig die Form von Wurzeln, sind

aber natürlich anatomisch sehr leicht von solchen zu unterscheiden, da sie eben nur aus Hyphengewebe zusammengesetzt sind. Dieses ist in der Rindenschicht pseudoparenchymatisch dichtgedrängt und von schwarzer oder schwarzbrauner Farbe, in der Markschicht dagegen sehr locker und von weisser Färbung. Die Rhizomorphen wachsen mit lange andauerndem Spitzenwachstum und werden mehrere Meter lang und mehrere Millimeter dick. Besonders ausgezeichnet durch seine Rhizomorphen ist der *Hallimasch* (*Armillaria mellea*), einer der gefährlichsten Parasiten auf Nadelhölzern, seltener auch auf Laubhölzern (Fig. 44). Seine Rhizomorphen wurden unter zwei Namen beschrieben, ehe man den Zusammenhang mit den Fruchtkörpern des Pilzes erkannt hatte, als *Rhizomorpha subcorticalis* (*Rh. fragilis*) und *Rh. subterranea*. Erstere findet sich in grosser Menge zwischen Rinde und Holz der befallenen Bäume und beraubt das Cambium seiner Nährstoffe. Von den Rhizomorphen gehen überall feine Mycelstränge ab, welche in das Holz eindringen, dieses zerstören und reichliche Harzflüsse hervorrufen. Die *Rhizomorpha subterranea* geht von den oberirdischen Rhizomorphasträngen ab, wendet sich den Wurzeln zu, fast ohne sich je zu verzweigen und wächst dann lange Strecken im Boden hin, bis sie auf die Wurzeln eines anderen Baumes trifft, deren Rinde sie durchbohrt; darauf breitet sie sich wieder zwischen Rinde und Holz überallhin aus, um den befallenen Baum nach grösserer oder geringerer Zeit sicher abzutöten.

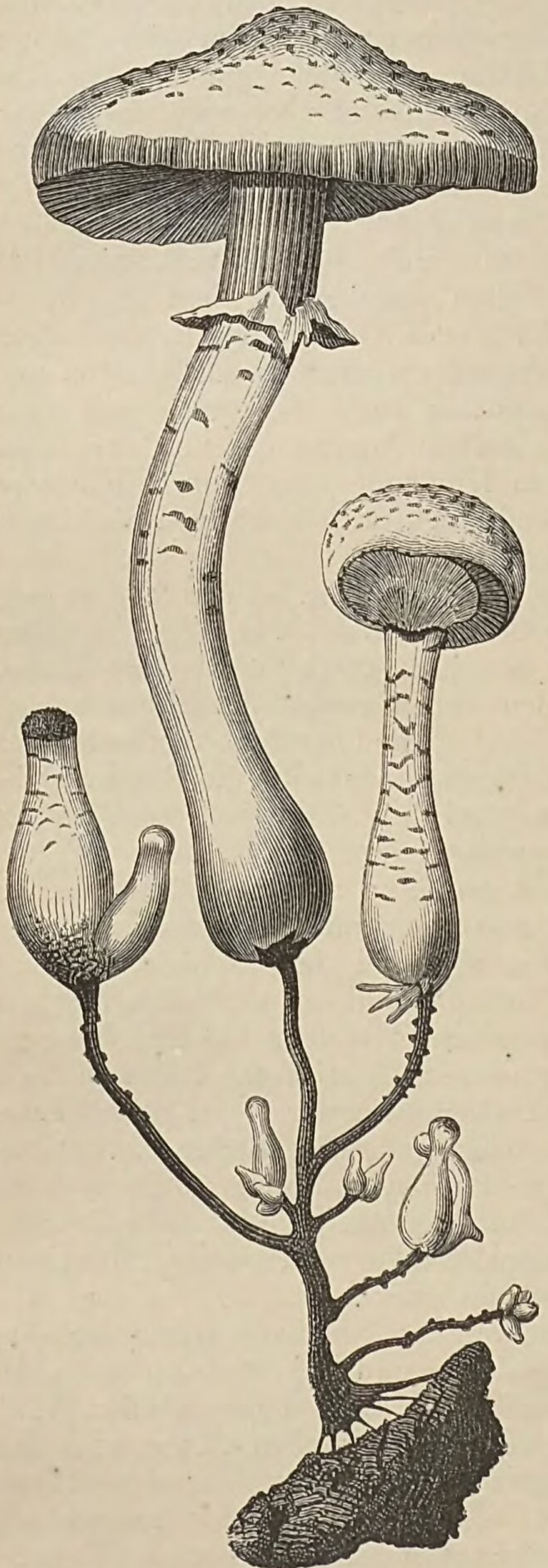


Fig. 44. *Armillaria mellea (Agaricus melleus)* Fruchtkörper in verschiedenen Stadien der Entwickelung auf einem verzweigten Strange der *Rhizomorpha fragilis*, die nach unten in die noch mit einem Holzstücke zusammenhängende bandförmige *Var. subcorticalis* übergeht. Natürliche Grösse nach HARTIG. (LUERSSEN.)

Nebenfruchtformen sind bei den Agaricaceae nur von sehr

wenigen Formen bekannt und auch hier nur Chlamydosporen, welche als eigentliche Chlamydosporen oder als Oidien auftreten können. Dieselben keimen stets vegetativ.

Die sehr zahlreichen Arten dieser Familie stehen einander meist recht nahe, so dass eine Einteilung auf grosse Schwierigkeiten stösst, sowohl bei der Frage, was als Tribus, wie was als Gattung zusammenzufassen ist.

Die wichtigeren seien hier angeführt.

1. Tribus *Coprineae.* Lamellen von verschiedener Länge, unregelmässig abwechselnd; zuletzt zerfliesst der Fruchtkörper; Milchsaftschläuche fehlen. — *Coprinus* mit sehr vielen Arten, so z. B. *C. stercorarius* auf Mist, *C. atramentarius* auf Wiesen.

2. Tribus *Hygrophoreae.* Lamellen wie bei voriger Tribus, aber sehr dick, fleischig. Hieher gehört die Gattung *Nyctalis,* deren Arten wieder auf grösseren Hutpilzen schmarotzen (Fig. 38 *9*) und sich durch ihre reiche Chlamydosporenfruktifikation auszeichnen. Oft wird durch letztere die Bildung der Basidiosporen fast vollständig unterdrückt. — *N. parasitica* meist auf Arten von *Lactarius* und *Russula.*

3. Tribus *Russuleae.* Fruchtkörper fleischig, aus zarten und dicken Hyphen zusammengesetzt, von denen die letzteren sehr häufig Milchsaft enthalten. — Die Arten der Gattung *Lactarius* besitzen stets Milchsaft, welcher sehr verschieden gefärbt ist. *L. deliciosus*, der *Blutreizker* und *L. volemus,* der Milchreizker, ersterer mit gelbrotem, sich an der Luft blutrot färbendem, letzterer mit milchweissem Milchsafte, und einige andere Arten sind sehr geschätzte Speisepilze von grossem Wohlgeschmack. Sie lieben lockeren Waldboden. *L. torminosus* und andere Arten sind dagegen ziemlich scharf giftig. Die Arten der Gattung *Russulina* besitzen keinen Milchsaft. Ihre Sporen sind gelb. Fast alle Arten, Täublinge genannt, sind essbar, so *R. alutacea, R. integra* u. s. w. — *Russula,* von voriger Gattung durch hyaline Sporen verschieden, enthält mehrere giftige Arten, so z. B. *R. emetica,* den sogenannten *Speiteufel.*

4. Tribus *Marasmieae.* Die Fruchtkörper haben dickere Hyphenschläuche, sie sind zäh, lederartig und vertrocknen nach dem Ausstreuen der Sporen. *Schizophyllum alneum* tritt häufig in grosser Zahl an Erlen auf. — *Marasmius alliatus (M. scorodonius),* der sogenannte *Muscheron* oder *Mousseron* wächst auf trockenem Boden, an Grabenrändern u. s. w.; er riecht und schmeckt stark nach Knoblauch.

5. Tribus *Agariceae.* Der Fruchtkörper ist fleischig mit gleichartigen Hyphen, nach der Reife zerfliesst er meist oder fault. — Die zahlreichen Arten dieser Tribus, welche man früher fast alle zu einer Gattung, *Agaricus,* brachte, trennt man jetzt nach ihrer Sporenfarbe in viele Gattungen. Die wichtigeren sind:

a) Sporenpulver schwarz. — Hieher z. B. *Coprinarius* mit zahlreichen Arten, aber ohne jede praktische Bedeutung.

b) Sporenpulver dunkelbraun. — *Hypholoma fasciculare* ein sehr häufiger Pilz, der oft in grosser Menge alte Baumstümpfe überzieht. — Hieher gehört dann ferner der *Champignon, Psalliota campestris,* einer der geschätztesten Speisepilze, welcher sich häufig auf

sandigen Wiesen findet, aber jetzt meist in grossem Massstab kultiviert wird. Die Kultur findet in der Weise statt, dass in Höhlen oder an dunkeln, ziemlich warmen Orten die sogenannte Champignonbrut, d. h. Dauermycel des Pilzes in reichlich mit Pferdedünger versetzte Erde gebracht wird, worin sich das Mycel rasch ausbreitet und schon nach kurzer Zeit sehr reichlich zur Fruchtbildung schreitet. Allein in Frankreich beträgt der Umsatz in diesem Handelsartikel viele Millionen Mark.

c) Sporenpulver braun. Hieher nur Gattungen von wenig praktischer Bedeutung, so *Cortinarius cinnamomeus,* der häufig in sandigen Wäldern gedeiht.

d) Sporenpulver fleischrot oder rostrot: *Rhodosporus Prunulus* ist ein wenig bekannter Speisepilz, der in Wäldern wächst.

e) Sporenpulver weiss. Vor allem ist hier die Gattung *Agaricus* im engeren Sinne zu erwähnen, von der eine grosse Zahl Arten als Speisepilze geschätzt ist, so *A. roseus*, welcher oft in ausserordentlicher Menge in Wäldern auftritt, *A. ostreatus*, *A. gambosus* u. a. m. — *Lepiota procera*, der *Parasolpilz*, ist häufig auf Heiden und trockenen Wäldern. — *Armillaria mellea*, der *Hallimasch* (Fig. 44), ist in Wäldern sehr verbreitet und zerstört dort die Bäume; er gilt als geschätzter Speisepilz. — *Amanita muscaria*, der bekannte *Fliegenpilz*, hat weisse Lamellen und roten weissgefleckten Hut, findet sich in trockenen Wäldern sehr häufig; er ist stark giftig. Die ihm sehr nahestehende *A. caesarea,* der *Kaiserschwamm*, ebenfalls durch grell roten Hut ausgezeichnet, hat gelbe Lamellen und ist einer der gesuchtesten Speisepilze des südlichen Europa, vor allem Italiens, er kommt aber schon als Seltenheit in Süddeutschland vor.

Anhang: Flechtenbildende Hymenomyceten *(Hymenolichenes)*.

Erst in neuerer Zeit ist es gelungen Flechten aufzufinden, deren parasitischer, resp. in Symbiose lebender Pilz anderen Pilzgruppen angehört als den Ascomyceten. Wenn es noch eines Beweises bedurft hätte, um zu zeigen, dass die Flechten keine den Algen und Pilzen gleichwertige Ordnung darstellen, so hätte man in ihnen einen solchen gefunden, wie er schlagender kaum geliefert werden könnte.

Von den hieher gehörigen Formen sind hervorzuheben: *Cora pavonia*, eine prächtige Flechte, mit *Chroococcusgonidien*, welche in den Bergwäldern der westindischen Inseln häufig auftritt. — *Rhipidonema ligulatum* mit *Scytonema*-Gonidien wächst auf Borneo. — *Laudatea caespitosa* wird ebenfalls in Westindien angetroffen.

3. Unterreihe. Phalloideae.

(Vergl. Fig. 45 u. 46.)

Fruchtkörper vor der Reife kugelig oder eiförmig, von einer fleischigen, geschlossenen Hülle (Volva) umgeben, im Inneren aus einem gekammerten Gewebe (Gleba) bestehend, deren Hohlräume

von einem Basidiohymenium ausgekleidet sind; diese Gleba wird zur Zeit der Sporenreife auf einem eigenartigen Träger, dem Receptaculum, emporgehoben, wobei die Volva an der Spitze gesprengt wird und als Scheide zurückbleibt; die Gleba zerfliesst dann allmählich und erst hiedurch werden die Sporen frei. Die Basidien bringen stets auf sehr kurzen Sterigmen mehr als 4 (meist 6—8) Sporen hervor. — Die Phalloideae sind wie die folgende Unterreihe echte angiocarpische Autobasidiomyceten. Ihre Fruchtkörper besitzen sehr auffallende Formen und Farben und man hat infolgedessen diese Gruppe nicht mit Unrecht schon als Pilzblumen bezeichnet.

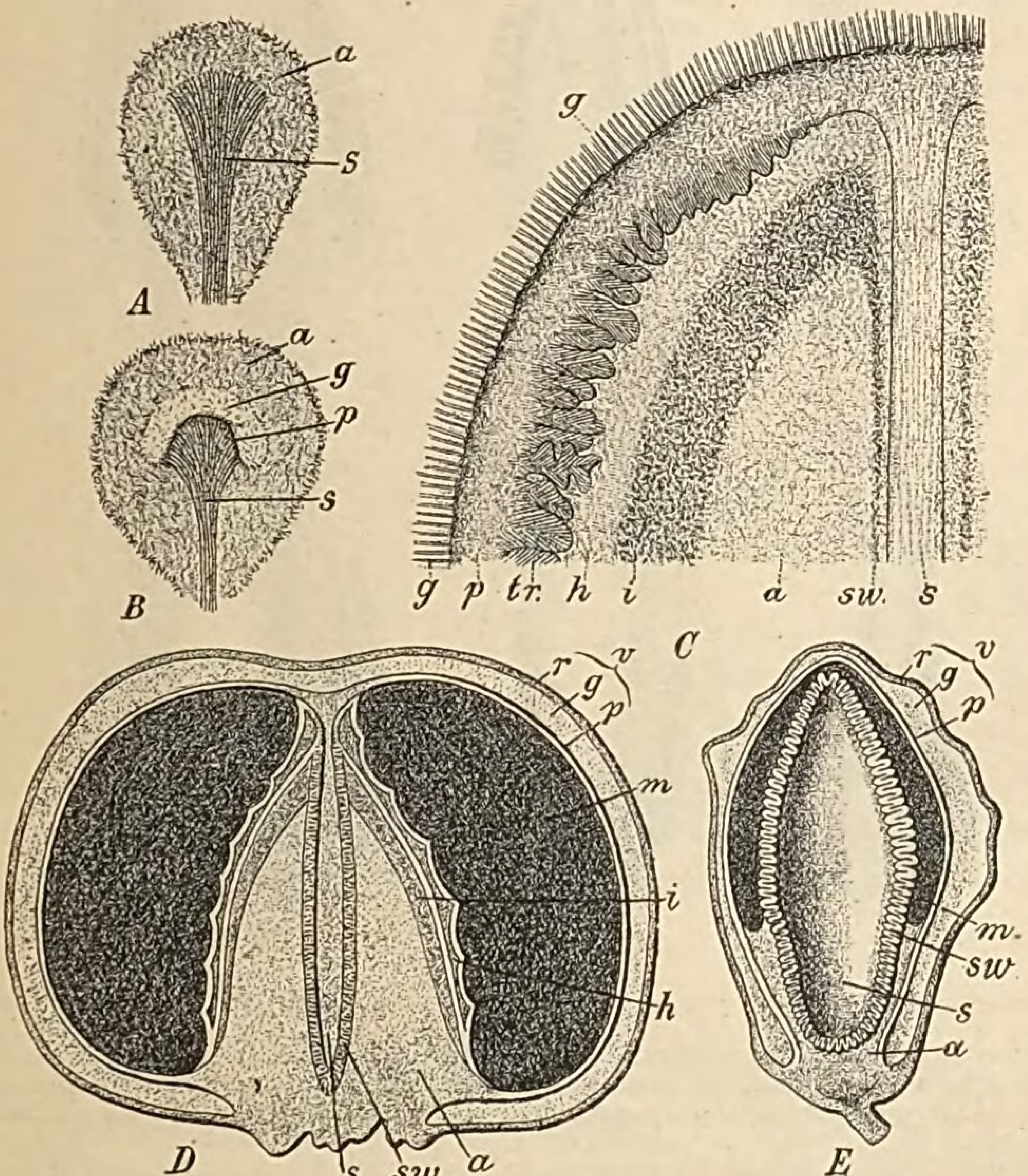


Fig. 45. *A—D Phallus impudicus. A, B* Mediane Längsschnitte durch Fruchtkörperanlagen, *C* Medianer Längsschnitt durch den Scheitel eines vorgerückteren Stadiums, nur zur Hälfte gezeichnet. *D* Längsschnitt durch den reifen Fruchtkörper vor der Streckung. *E Mutinus bambusinus.* Längsschnitt durch den Fruchtkörper vor der Streckung des Receptaculums; die Anlage eines Hutes unterbleibt hier. Ueber die bei allen Figuren gleichmässige Bezeichnung der einzelnen Gewebepartien vergleiche den Text. (Nach Ed. Fischer, *A, B* cr. $^{9}/_{1}$; *C* cr. $^{18}/_{1}$; *D, E* cr. $^{2}/_{1}$.) Tavel.

49. Familie. Clathraceae.

Meist exotische und zwar fast durchweg tropische Formen, deren Entwickelungsgang noch wenig bekannt ist. Auf die ausserordentlich komplizierte Entwickelungsgeschichte kann hier nicht näher

eingegangen werden; es seien nur die Hauptpunkte hervorgehoben. In der anfangs aus homogenem Hyphengewebe bestehenden Fruchtkörperanlage differenzieren sich die das ganze Gebilde umschliessende, dicke, gallertige Volva, darunter das Receptaculum, welches ein starkes Netz mit weiten Maschen darstellt und die Gleba umspannt. Diese letztere stellt ein lockeres, lacunöses Gewebe dar, dessen unzählige winzige Kammern mit einem Hymenium ausgekleidet sind und von Basidiosporen völlig erfüllt werden; durch die dunkle,

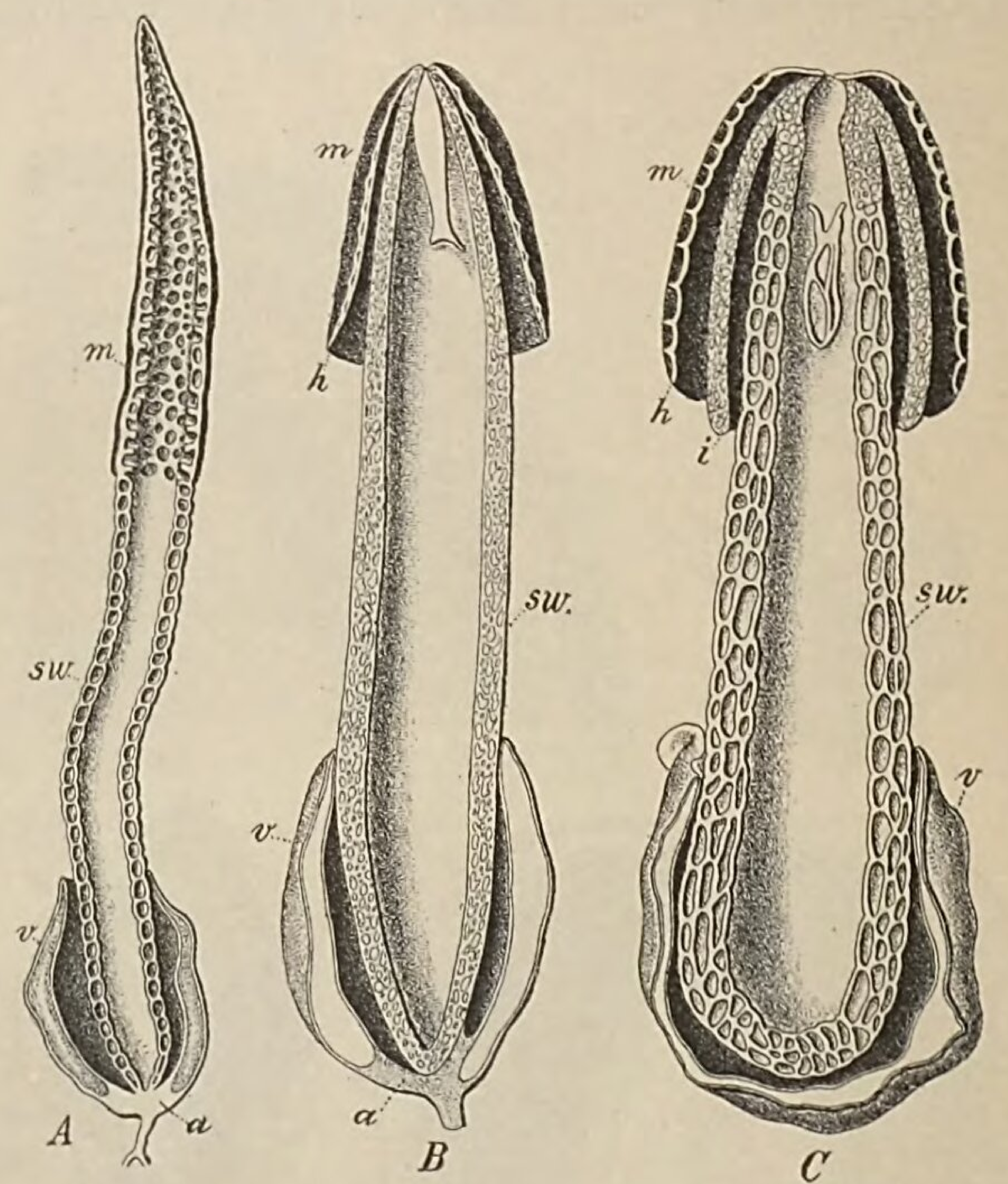


Fig. 46. Ueberreife Fruchtkörper von *Phallaceae* im Längsschnitt: *A Mutinus bambusinus;* die Anlage eines Hutes unterbleibt. *B Phallus impudicus;* die Sporenmasse liegt auf einem besonderen Hute. *C Dictyophora phalloidea;* zwischen Hut und Receptaculum ist ein Indusium vorhanden. In allen Figuren sind die einzelnen Teile gleich bezeichnet wie in Fig. 45. (*A* nach Ed. Fischer, nat. Grösse; *B* nach Krombholz, cr. 1/2; *C* nach Ed. Fischer, nat. Grösse.) Tavel.

oft schwarze Färbung derselben erhält die Gleba eine dementsprechende Farbe. Bei der Reife des Fruchtkörpers strecken sich die Maschen des Receptaculums sehr stark, zerreissen die Volva und heben die Gleba in die Höhe, welch letztere durch die Streckung vollständig auseinandergezerrt wird und allmählich als schmierige, meist nach Aas riechende Flüssigkeit abtropft. Das Receptaculum besitzt häufig auffallende Färbung, und so ist es erklärlich, dass hiedurch, wie durch den Aasgeruch zahlreiche Insekten herbeigelockt werden, durch welche die in der klebrigen Flüssigkeit schwimmenden Sporen verschleppt werden. — Von dieser ziemlich zahlreiche Gattungen und

Arten umfassenden Familie sei hier nur angeführt *Clathrus cancellatus*, welcher die einzige (süd-)europäische Form darstellt. Das Receptaculum derselben ist von leuchtend roter Farbe. —

50. Familie. Phallaceae.

(Vergl. Fig. 45 u. 46.)

Sie unterscheiden sich dadurch von den Clathraceae, dass die Gleba an der Spitze des Receptaculums liegt und letzteres meist mehr oder weniger umhüllt. In der jungen, weissen, kugeligen oder eiförmigen Fruchtanlage differenziert sich zuerst das Receptaculum, als Zentralstrang aus lauter gleichlaufenden Hyphen bestehend (Fig. 45 *A, B s*). Am oberen Ende desselben entwickelt sich allmählich dadurch, dass die Hyphen des Receptaculums dort garbenartig auseinanderstrahlen, ein hutförmiges Gebilde mit allmählich immer weiter herabreichenden Rändern, wodurch die Gestalt desselben endlich glockenartig wird, die Gleba (*g*). Auch hier werden in den Kammern derselben von dem auskleidenden Basidiohymenium grosse Mengen von Sporen gebildet. Das Receptaculum und die Gleba werden von einer dicken Volva umkleidet. Inzwischen ist das Receptaculum herangewachsen; es durchbricht infolge starker Turgescenz die Volva, welche als dicker, manschettenartiger Wulst am Grunde zurückbleibt (Fig. 46 *v*), und hebt die Gleba rasch in die Höhe. Diese zerfliesst darauf, und in den schleimigen, herabsickernden Tropfen werden die unzähligen Sporen mitgeführt. Hier zeigt sich beim Zerfliessen der Gleba ebenfalls der auffallendste Aasgeruch, welcher auf die Verbreitung der Sporen durch Insekten hinwirkt. — Die meisten Arten dieser Familie sind ebenfalls tropisch. In Europa kommen vor, stellenweise sogar häufig: *Phallus impudicus*, die *Gichtmorchel* oder die *Stinkmorchel*, deren ekelhaften Aasgeruch man auf 100 Schritte schon empfindet und welche bis zu 20 cm hoch wird; ferner *Mutinus caninus*, eine kleinere und schlankere Form. —

4. Unterreihe. Gasteromycetes.

Sie bestehen durchweg aus angiocarpen Formen. Während sich die einfachsten Gasteromyceten unmittelbar an die Protobasidiomycetes angiocarpi, an die Pilacraceae anschliessen, erreichen die folgenden Familien eine solche Bestimmtheit, reiche und zweckmässige Gliederung ihrer Fruchtkörper, dass diese Unterreihe als die morphologisch am höchsten stehende in der ganzen Pilzreihe anzusehen ist. — Wie bei den Phalloideae sind auch hier die Fruchtkörper anfangs weich und fleischig, erhärten dagegen später mehr oder weniger. Die Hülle, hier Peridie genannt, bleibt bis nach der Reife der Sporen geschlossen, zerreisst aber später unregelmässig oder regelmässig am Scheitel. Das Innere des Fruchtkörpers besteht aus der Gleba, in deren zahllosen kleinen Kammern die Basidiosporen gebildet werden.

51. Familie. Tylostomataceae.

Die Fruchtkörper sind kugelig, bei der Reife durch einen gesonderten Stiel in die Höhe gehoben. Das Hyphengeflecht der Gleba ist sehr locker und deshalb sind keine besonderen Kammern entwickelt. Von diesen Hyphen ist ein Teil fertil und bildet an seinen Endverzweigungen an beliebigen Stellen der Gleba die Basidien, welche zwar einzellig sind, aber abweichend von allen übrigen Autobasidiomyceten die 4 Sterigmen seitlich in unregelmässiger Anordnung ausbilden. Der andere Teil der Hyphen ist steril und schliesst zu einem festen, starkwandigen Geflecht zusammen, welches mit der Peridie in festem Zusammenhang bleibt, dem sogenannten Capillitium. Nach der Sporenreife vertrocknet das fertile Gewebe und die Basidien, und beide verschwinden vollständig. Das Innere des von der starken Peridie umschlossenen Fruchtkörpers ist dann nur noch ausgefüllt mit den starken, unregelmässig verlaufenden Strängen des Capillitiums und den in unzähliger Menge gebildeten Sporen. —

Tylostoma mammosum ist eine auf Heiden und in trockenen Wäldern nicht seltene Form.

52. Familie. Sclerodermataceae.

Der Fruchtkörper ist kugelig, oft am Grunde mit einem unbedeutenden Stielansatze. Ein eigentliches Capillitium fehlt, wohl aber finden wir eine ganz ähnliche Bildung. Bei zunehmendem Wachstum entstehen hier nämlich in der ursprünglich von unregelmässig durcheinanderlaufenden Fäden gebildeten Gleba deutlich auffallende Kammern oder Hohlräume. Aus den die einzelnen Kammern trennenden, von festverflochtenen Hyphen gebildeten Wänden, Trama genannt, sprossen in die Hohlräume hinein grosse Mengen von wirr sich durcheinanderziehenden Fäden, an deren Endigungen die Basidien entstehen. Wir haben hier also noch kein regelmässiges Hymenium, das wir bei den späteren Familien finden werden. Bei der Reife der Fruchtkörper verhält sich die Trama in den verschiedenen Gattungen sehr verschieden. Sie kann mehr oder weniger vertrocknen und verschwinden, oder im reifen Fruchtkörper fest und hart bleiben, oder endlich als harte Masse sich spalten und so die einzelnen dadurch frei werdenden Kammern fest umschliessen. — *Scleroderma vulgare*, die sogenannte *falsche Trüffel*, ist die einzige Art, welche von Bedeutung ist und in Wäldern nicht selten vorkommt; sie ist giftig, wird jedoch nicht selten ihres harten und marmorierten Fruchtkörpers halber als Verfälschung der echten Trüffel benutzt.

53. Familie. Lycoperdaceae.

Den Sclerodermataceae nahestehend, aber abweichend vor allen Dingen dadurch, dass hier die Wandungen der Glebakammern von

einem typischen Hymenium überkleidet sind, dessen Basidien sämtlich mehr oder weniger palissadenartig stehen und dessen Basidiosporen sich zu ungefähr gleicher Zeit entwickeln. Die Peridie gliedert sich frühzeitig in zwei oder mehrere Schichten. Von den Hyphen des Tramagewebes zweigen sich strangartig verlaufende Hyphen ab, welche zu Capillitiumfasern werden, aber unter einander kein zusammenhängendes Netz bilden, wie wir dies z. B. bei den Tylostomataceae gefunden haben. —

Zunächst sind hier einige Gattungen anzuführen, deren Peridienschichten im allgemeinen dünn bleiben, von denen die äussere meist vertrocknet und abfällt, während die innere bestehen bleibt und sich am Scheitel öffnet. *Lycoperdon gemmatum, L. caelatum, L. pisiforme* u. a. m., welche sämtlich auf sandigen Wiesen oder in trockenen Wäldern vorkommen, sind in der Jugend essbar. — Auch *Globaria Bovista,* der *Riesenbovist,* dessen Fruchtkörper bis zu 1/2 m Durchmesser erlangt, ist in der Jugend geniessbar. Die Arten der Gattung *Bovista* sind auf Wiesen sehr häufig. Bei der Gattung *Geaster* und den ihr nahestehenden finden wir Abweichungen insofern, als hier die äussere Peridienschicht aus mehreren scharf gesonderten Lagen besteht und eine ziemliche Dicke erreicht. Diese Schichten sind verschieden quellbar und zwar besitzt die innere Lage auffallend stark die Fähigkeit, bei Wasseraufnahme zu quellen. Tritt dieser Fall ein, so wird durch den entstehenden, hydrostatischen Druck die ganze äussere Peridienschicht in mehrere Lappen vom Scheitel bis zur Basis zerrissen, welche sich nach rückwärts umkrümmen. Die innere Peridienschicht wird dadurch vollständig frei gelegt, und reisst an der Spitze auf. — *Geaster stellatus*, *G. fimbriatus*, *G. striatus, G. mammosus* u. a. m. sind auffallende Bewohner unserer Nadelwälder.

54. Familie. Hymenogastraceae.

Sie stellen fast nur unterirdisch lebende, meist ansehnliche, stiellose Formen dar, welche oft von Trüffeln makroskopisch kaum zu unterscheiden sind. Die Fruchtkörper sind hier meist fleischig, seltener gallertig. Die Peridie besteht aus einer einzigen, meist sehr starken Schicht. Die Gleba enthält sehr zahlreiche mit einem Basidiohymenium ausgekleidete, labyrinthförmig gewundene Gänge. Ein Capillitium gelangt nie zur Ausbildung. Der Fruchtkörper wird bei der Sporenreife nicht in die Höhe gehoben, auch wird an seinem Scheitel keine Oeffnung gebildet, die Sporen werden erst durch Verwesung des Fruchtkörpers frei. — *Rhizopogon luteolus* ist eine häufige Hypogaee in sandigen, trockenen Nadelholzwaldungen. — *Hymenogaster Klotzschii* wächst häufig auf der Erde der Gärten und Blumentöpfe. — Als Speisepilze sehr gesucht sind die auch bei uns nicht seltenen Arten der Gattungen *Octaviana* (*O. asterosperma* wird fast der Perigordtrüffel gleichgeschätzt), *Leucogaster*, z. B. *L. liosporus* und *Melanogaster*, z. B. *M. vulgaris*, welche sämtlich unterirdisch leben. —

55. Familie. Nidulariaceae.

Peridie bei der Reife lederartig, einschichtig. Gleba mit nicht zahlreichen, grossen Kammern, welche von starken Wänden umgeben sind. Diese Wände gehen in einen sclerotischen Zustand über und werden ausserordentlich hart. Die sie aufbauenden Hyphen stehen mit der Peridie in Verbindung. Die Kammern (Peridiolen genannt) vergrössern sich bei zunehmender Reife und erhalten zuletzt eine linsenförmige Gestalt. Endlich zerfällt der obere, deckelförmige Teil der Peridie und die Peridiolen liegen in einem becherförmigen Fruchtkörper frei da. Die Sporen, welche an einem, die Innenwand der Peridiolen auskleidenden Basidiohymenium gebildet werden, erlangen erst durch Verwitterung der harten Peridiolenwandung ihre Freiheit. — *Crucibulum vulgare* ist häufig auf altem, faulendem Holz, *Cyathus striatus* nicht selten auf Waldboden.



Fig. 47. Ein noch geschlossener Fruchtkörper von *Crucibulum vulgare* im Längsschnitt, schwach vergrössert. (Tavel.)

56. Familie. Sphaerobolaceae.

Hier gliedert sich die Peridie in vier sehr ungleiche Schichten. Die innerste Schicht ist sehr stark quellungsfähig und dehnt sich bei erfolgender Reife der Sporen so weit aus, dass die äusseren Schichten an dem Scheitel durchbrochen werden. Darauf stülpt sich die innerste Schicht plötzlich ruckartig nach aussen vor und schleudert die Gleba weit weg. Diese letztere ist inzwischen bei der Reife zu einer schleimigen Masse zerflossen und enthält in dem Schleim die massenhaft gebildeten Sporen. Die Schleimkugel wird durch die Ausstülpung der Peridieninnenschicht bis zu einem Meter weit weggeschleudert und bleibt sehr leicht an Gegenständen haften; durch diesen Mechanismus wird ihre Verbreitung sehr wirksam befördert. — *Sphaerobolus Carpobolus* ist ein sehr kleiner Pilz mit weissen, 2—3 mm im Durchmesser haltenden Fruchtkörpern, welcher auf altem Holz in Wäldern nicht selten vorkommt.

Anhangsweise mögen hier noch die sogenannten

Fungi imperfecti

erwähnt werden, d. h. solche Formen, welche zwar sehr häufig auftreten können, von denen es aber noch nicht gelungen ist, den gesamten Entwickelungsgang festzustellen. —

Hieher gehören vor allem die *Saccharomyceten*, welche noch vor kurzer Zeit von vielen Forschern als selbständige Abteilung der Ascomyceten aufgefasst wurden. Nach den Untersuchungen Brefelds

scheint es jedoch sicher zu sein, dass dieselben nichts anderes sind als Conidienbildungen höherer Pilze (z. B. von Ustilaginaceae, Ascomycetes u. s. w.), welche sich dauernd durch Sprossung vermehren und dadurch die Fähigkeit verloren haben, den Entwickelungsgang ihrer Arten weiter fortzusetzen. Bei einzelnen Arten kommt es gelegentlich (z. B. bei schwindenden Nährstoffen), bei anderen regelmässig zur Bildung von 2 oder 4 „Endogonidien“, d. h. die Conidien wandeln sich zu Sporangien um, wie dies z. B. bei den Hemiasci (*Ascoidea*) ja auch häufig der Fall ist. — Die grosse Bedeutung der Saccharomycetes besteht darin, dass sie imstande sind, in zuckerhaltigen Flüssigkeiten Alkoholgärung hervorzurufen und ihrem Studium hat man sich in neuerer Zeit vor allem deshalb zugewendet, um Reinkulturen für ganz bestimmte Gärungserscheinungen (zur Herstellung von gleichförmigem Bier, Wein u. s. w.) zu gewinnen. Von den Arten der vorläufig noch beibehaltenen Gattung *Saccharomyces* werden jetzt ganz bestimmte Varietäten gezüchtet, welche stets dieselben Gärungserscheinungen und auch dieselben Produkte liefern. Man glaubt sogar ermittelt zu haben, dass die grössere oder geringere Güte des Weines von den verschiedenen Arten oder Varietäten einer und derselben Art herzuleiten sei und dass dabei die Qualität der Trauben nur in sehr beschränktem Masse in Frage komme. — Eine genauere Feststellung aller dieser Fragen bleibt noch abzuwarten.

Aehnlich verhält es sich mit der „Gattung“ *Oidium*. Man kennt auch hier eine grosse Anzahl von Formen, für welche es noch nicht gelungen ist, sie in den Entwickelungsgang höherer Pilze, zu denen sie sicher gehören, einzuschalten. Oidien treten sehr häufig auf, so *O. lactis* auf saurer Milch, *O. tonsurans,* auf der Kopfhaut und dort einen starken Haarausfall hervorrufend, die sogenannte *Glatzflechte,* ferner *O. albicans*, der *Soorpilz,* welcher auf der Mundschleimhaut von Säuglingen auftritt und die *Schwämmchen* (Aphthen) hervorruft. — Alle zeigen die Form, wie wir sie bei der Oidienbildung der höheren Pilze (siehe oben p. 68) kennen gelernt haben, und erscheinen als rundliche, aus Hyphengliederzerfall herstammende Zellen, welche sich auffallend rasch durch Querteilung vermehren.

Zum Schlusse sei noch kurz auf die sogenannten *Mycorrhizen* hingewiesen, welche ebenfalls in der Natur eine grosse Bedeutung besitzen. Man versteht unter *Mycorrhiza* feine Mycelstränge, welche sich an Wurzeln von Phanerogamen, besonders häufig von Waldbäumen finden und wahrscheinlich mit denselben in symbiotischem Verhältniss leben, teilweise aber auch auf denselben parasitieren. Sehr viele der Bäume, welche die Mycorrhizenbildung aufweisen, bilden überhaupt keine Wurzelhaare aus, so dass anzunehmen ist, dass ihnen Nahrungsstoffe durch die Mycelfäden zugeführt werden. Auf der anderen Seite ist es sicher, dass die Pilze aus dem Verhältnis ebenfalls ihren Nutzen ziehen, denn von den Arten, welche als Mycorrhizenbildner bekannt sind, so z. B. Tuberaceen, weiss man schon lange, dass sie an ganz be-

stimmte Wirtspflanzen gebunden sind und nur bei Anwesenheit derselben sich zu entwickeln vermögen. — Man unterscheidet endotrophische und ectotrophische Mycorrhizen. Erstere wuchern in den Zellen der Wurzelrinde und senden von hier aus Hyphen in die umgebende Erde aus, (so z. B. bei *Coralliorrhiza*, *Monotropa* u. s. w.), letztere dringen gar nicht in das Gewebe der Wirtspflanze ein, sondern umgeben die Oberfläche der Wurzeln als Mantel aus dichtem, pseudoparenchymatischem Hyphengeflecht bestehend, so bei sehr vielen unserer Waldbäume (*Nadelhölzern, Fagaceen, Salicaceen* u. s. w.).

III. Abteilung. Embryophyta zoidiogama

(Archegoniatae).

Die Arten dieser grossen und formenreichen Abteilung des Pflanzenreiches sind nur selten noch wirklich thalloidisch, meist stellen sie sich uns als Kormophyten dar, d. h. als in Stamm- und Blattorgane differenzierte Pflanzen. Ihren Entwickelungsgang durchlaufen sie in zwei streng gesonderten Phasen, in zwei Generationen, von denen die eine als geschlechtlich, die andere als ungeschlechtlich zu bezeichnen ist. Die geschlechtliche oder proembryonale Generation bringt Antheridien hervor, in denen die Spermatozoiden gebildet werden, und Archegonien, in welchen als Hauptteil die Eizelle zur Ausbildung gelangt. Nachdem letztere befruchtet worden ist, geht aus ihr infolge lebhafter Teilungen und intensiven Wachstums die ungeschlechtliche oder embryonale Generation, der *Embryo* hervor, welcher kürzere oder längere Zeit mit der proembryonalen Generation im Zusammenhang bleibt und auch zuerst von derselben die notwendigen Nährstoffe zugeführt erhält. —

Im übrigen sind die Verhältnisse so wechselnd, dass auf die genauere Ausführung bei den Unterabteilungen und Klassen verwiesen werden muss.

I. Unterabteilung. Bryophyta *(Muscinei).*

Sie zeigen noch manche Uebereinstimmung mit den höheren Algen, z. B. mit den mittels eines Protonema auskeimenden Characeae. Durch ihren Generationswechsel sind sie jedoch scharf von jenen geschieden. Aus der Keimzelle oder Spore (der embryonalen Generation) tritt meist ein (sehr verschieden gestalteter) Vor-

keim (Protonema) aus (Fig. 48), welcher nach kürzerer oder längerer Zeit zur Bildung der proembryonalen Generation schreitet. Diese ist entweder ein blattloses, thalloidisches Gebilde oder aber ein mit Stengel und Blättern versehenes (kormophytisches) Pflänzchen. An dieser proembryonalen Generation entwickeln sich nun die Geschlechtsorgane, von welchen das männliche als Antheridium, das weibliche als Archegonium bezeichnet wird.

Das ausgebildete Antheridium (Fig. 49, 50) ist ein kurz- oder langgestielter Körper von kugeliger oder mehr oder weniger keulenförmiger Gestalt, welcher eine einschichtige Wandung besitzt. Das

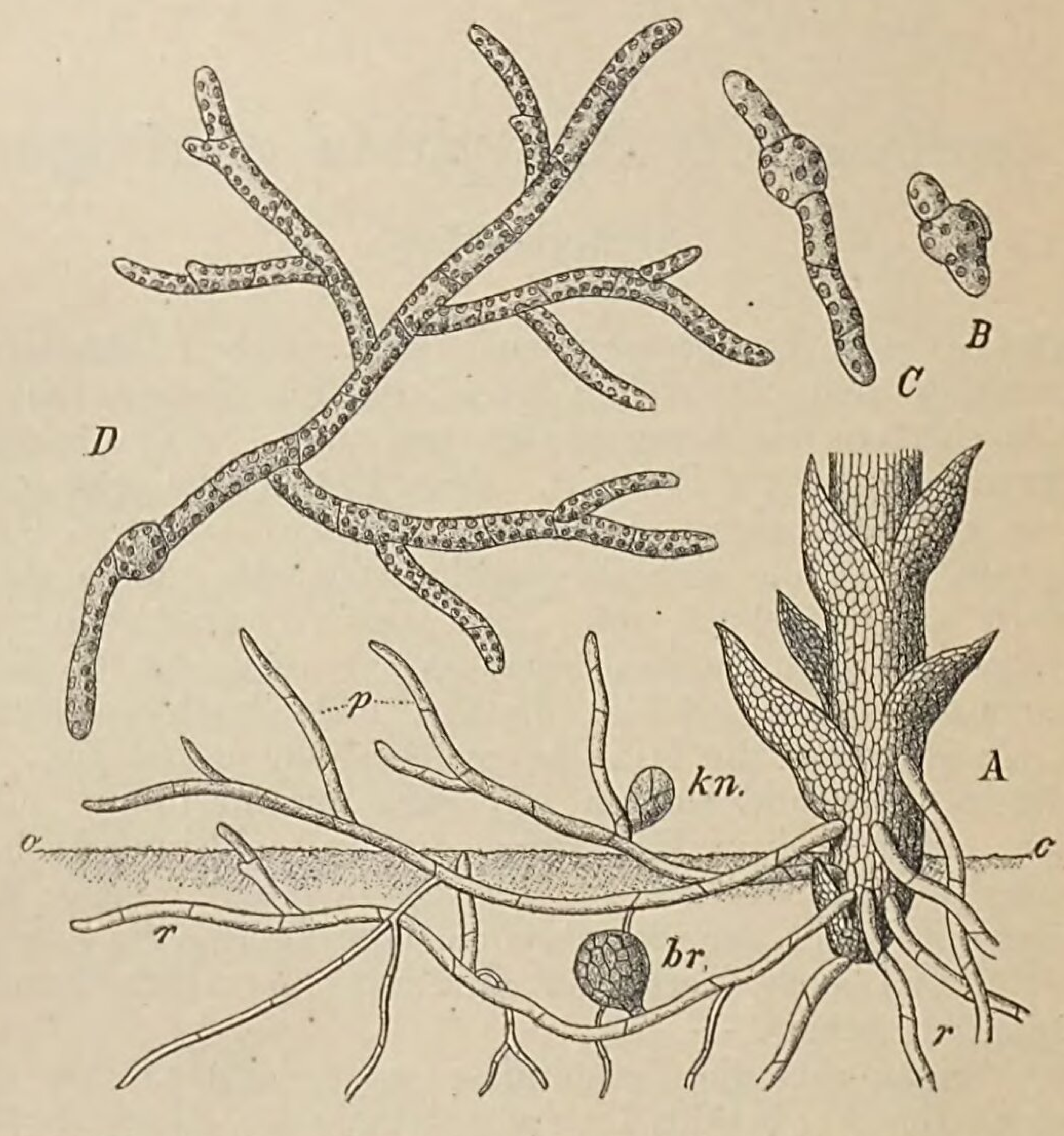


Fig. 48. *Funaria hygrometica.* *A* Erwachsene Pflanze, am Grunde Protonemen (*r* u. *p*) treibend; *kn* Bildung einer Brutknospe; *br* entwickelte Brutknospe. *B* u. *C* Keimende Sporen. *D* Weiter entwickeltes Protonema.

ganze Innere des Gebildes besteht aus kleinen, gleichartigen Zellen, von welchen jede ihren Plasma- und Kerninhalt zur Bildung eines Spermatozoides verbraucht. Letztere (Fig. 50 *B, C*) sind schraubig gewundene, am Hinterende etwas verdickte, am Vorderende allmählich fein zugespitzte, fadenartige Gebilde, an deren Vorderende zwei lange, die Bewegung vermittelnde Cilien sitzen. Die Archegonien (Fig. 51) sind (im entwickelten Zustande) von flaschenförmiger Gestalt, ihre Basis ist bauchartig angeschwollen und läuft nach oben allmählich in einen mehr oder weniger langen Halsteil aus. Auch hier ist die Wandung stets einschichtig.

Der Bauchteil umschliesst die grosse Zentralzelle, aus deren unterem, grösserem Teil die Eizelle ihren Ursprung nimmt.

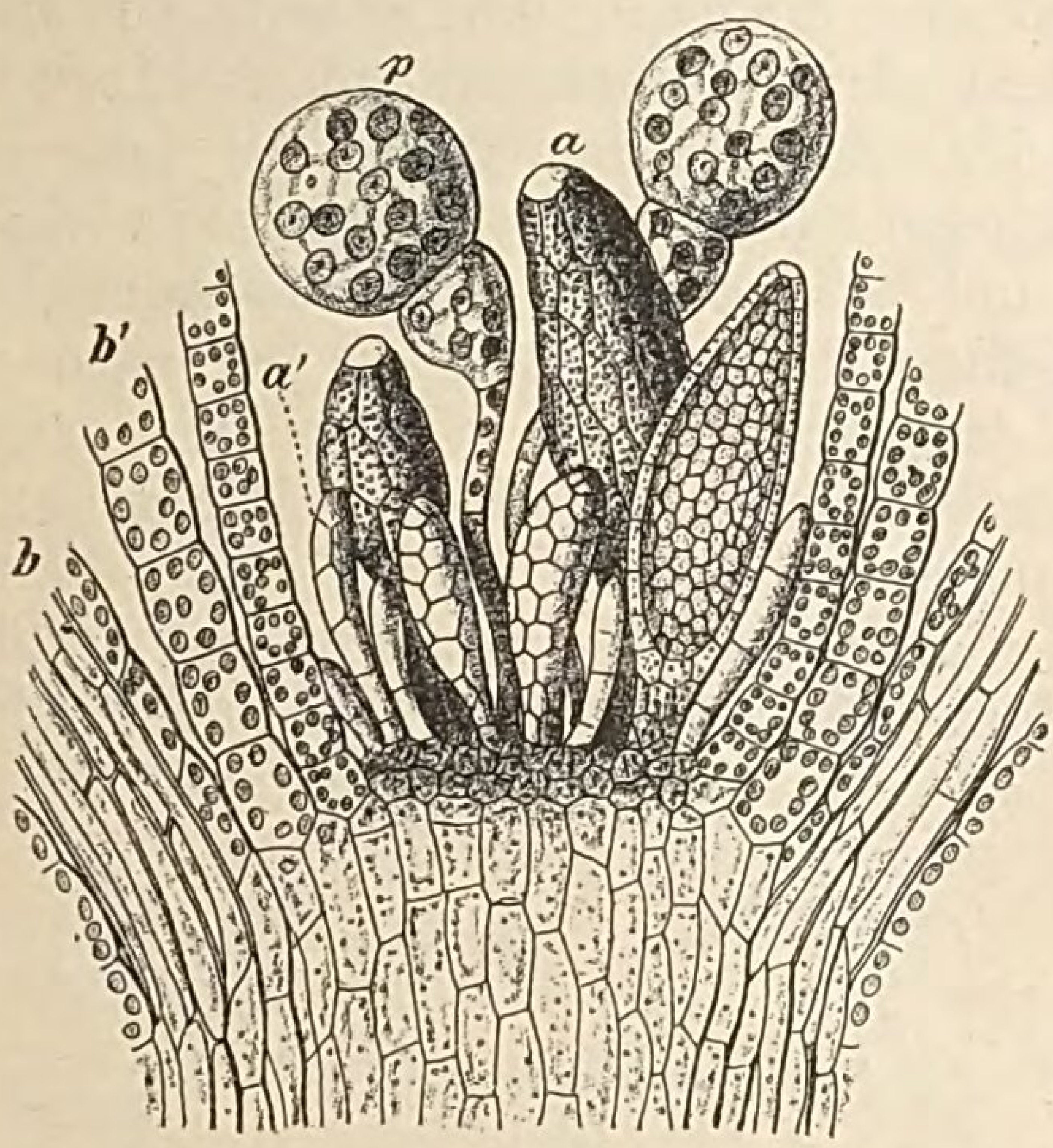


Fig. 49. Längsschnitt des Gipfels eines sehr kleinen, männlichen Pflänzchens von *Funaria hygrometrica* (300); *a'* junges, *a* fast reifes Antheridium im Längsschnitt, *p* Paraphysen; *b'* Blätter im Mittelnerv durchschnitten, *b* Blätter in der Lamina durchschnitten. (Nach Sachs.)

Oberhalb derselben liegen die zu einfacher Kette zusammenschliessenden den Archegonhals durchsetzenden Halskanalzellen, welche

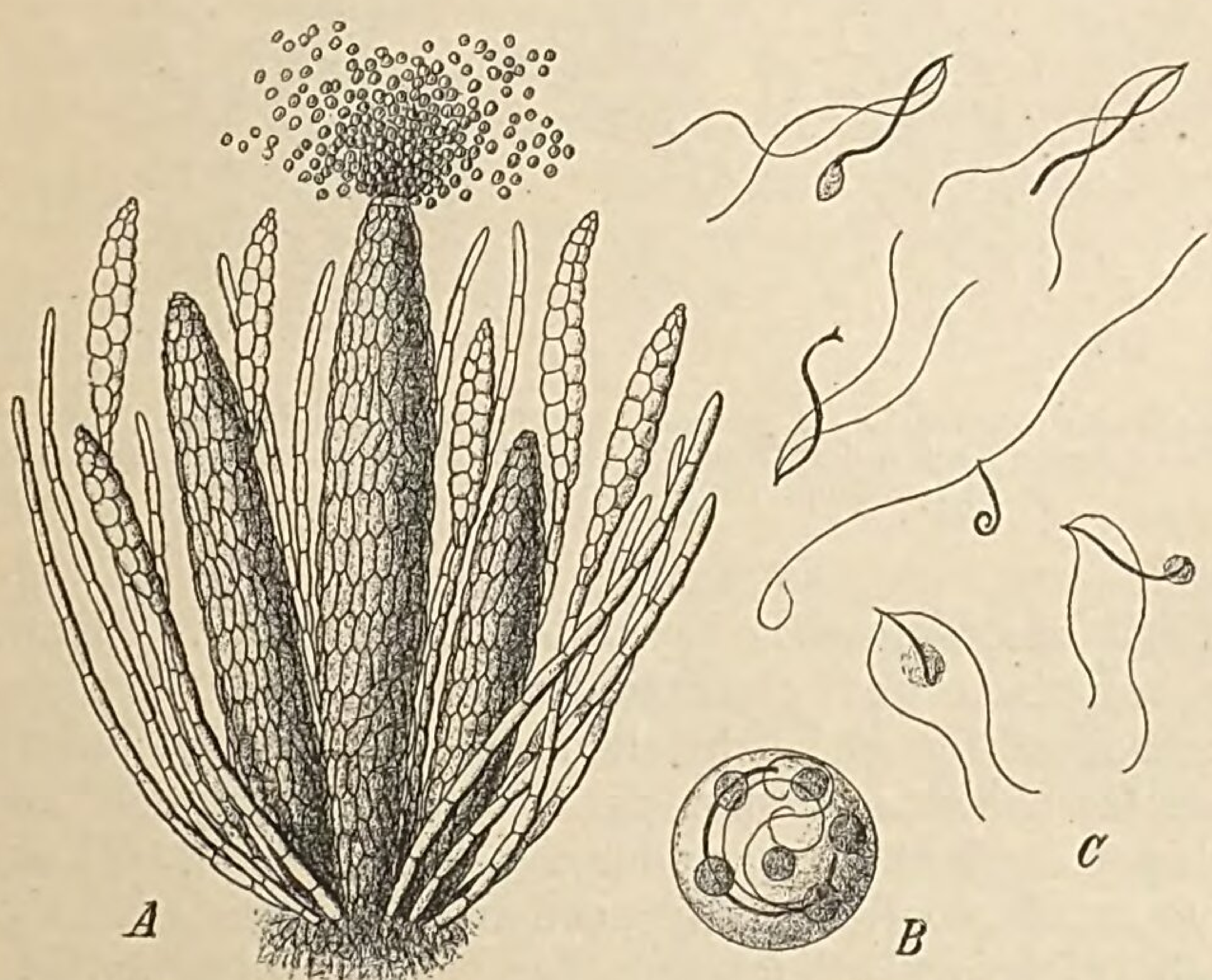


Fig. 50: *Funaria hygrometrica; A* Aufplatzendes Antheridium mit den Spermatozoiden (350); *B* Zelle, ein Spermatozoid umschliessend; *C* freie Spermatozoiden (nach Strasburger z. T.).

bis zur Spitze des Halses verlaufen und dort anfangs durch die Deckzellen gegen das umgebende Medium abgeschlossen werden.

Bei erfolgter Reife verwandeln sich die Halskanalzellen in Schleim, welcher durch reichliche Wasseraufnahme und damit in Verbindung stehender, starker Quellung die 4 Deckzellen auseinanderdrängt; hiedurch entsteht ein Kanal, durch welchen die Spermatozoiden eindringen und zu der zu befruchtenden Eizelle gelangen. Der Entstehungsort der Geschlechtsorgane ist ausserordentlich wechselnd. Meist werden dieselben in grösserer Zahl nebeneinander hervorgebracht, und zwar können die verschiedenartigen Geschlechtsorgane auf derselben Pflanze entstehen (monöcisch) und nebeneinanderstehen, oder aber die einen Individuen erzeugen nur Antheridien, die anderen nur Archegonien (diöcisch). Häufig kommt es vor, dass besonders bei den höheren Formen die Geschlechtsorgane von dichtgestellten Blättchen (Perichaetium) umhüllt werden, wodurch blütenähnliche Bildungen hervorgebracht werden, welche mit

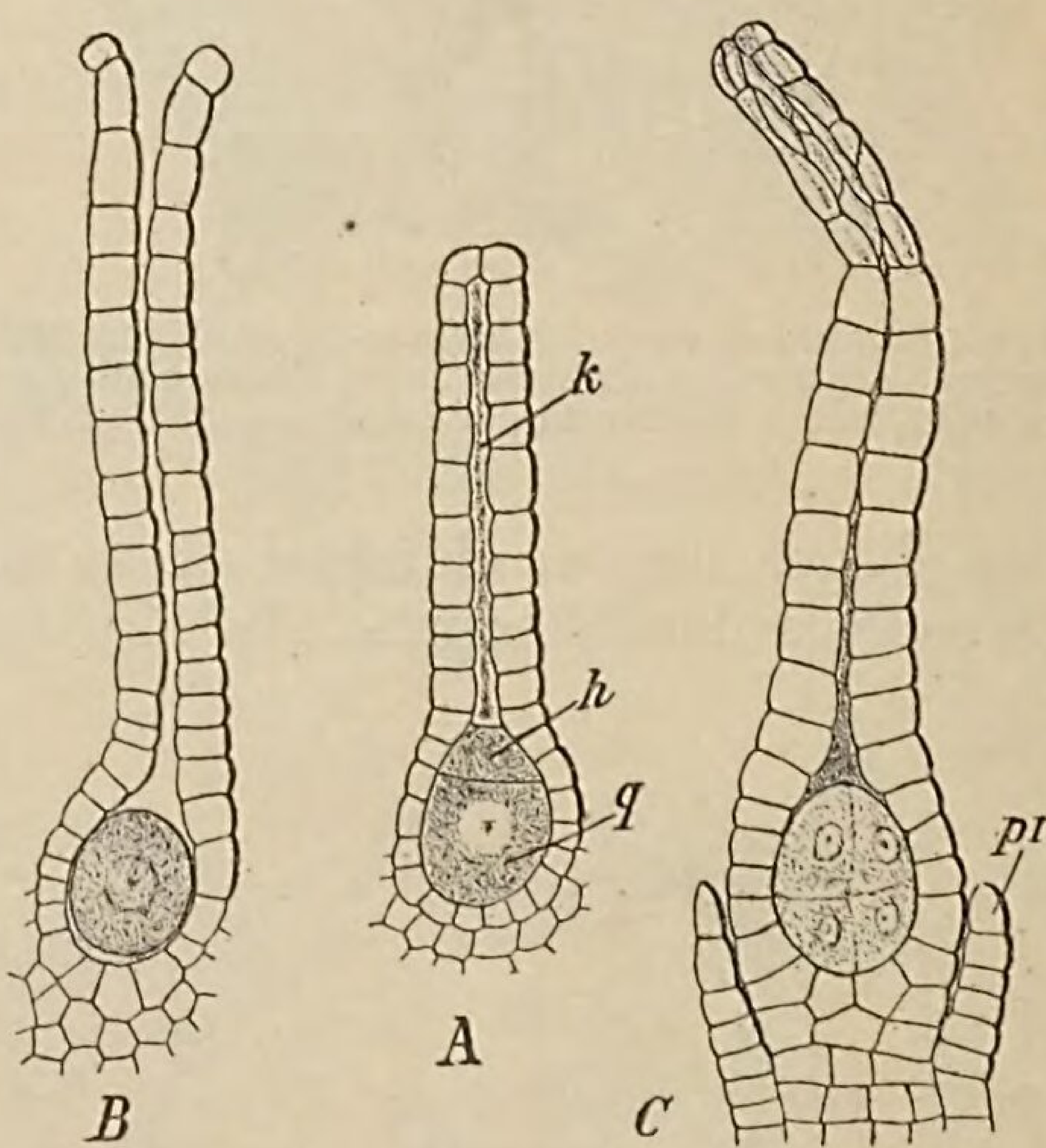


Fig. 51. *Marchantia polymorpha.* *A* junges, *B* geöffnetes Archegonium; *C* befruchtetes Archegonium nach erfolgtem Beginn der Eiteilungen. *k* Halskanalzellen; *h* Bauchkanalzellen; *q* Ei; *pr* Perianthium. 540mal vergr. (Nach Strasburger).

vollem Recht als Moosblüte zu bezeichnen sind. Denn dieselben sind morphologisch und physiologisch den Blüten der sogenannten Phanerogamen völlig gleichzustellen. — Sehr häufig findet man auch neben den Geschlechtsorganen in diesen Blüten noch unfruchtbare Bildungen von keulenförmiger oder eliptischer Gestalt, die sogenannten Paraphysen, deren Bedeutung noch nicht klargestellt ist (Fig. 49*p*).

Nach erfolgter Befruchtung der Eizelle entstehen in derselben vielfache Zellteilungen, wodurch ein ovaler oder eiförmiger, an seiner dem Archegonhals zugewendeten Seite, dem Pol oder Scheitel, mittels Scheitelwachstums sich rasch entwickelnder Embryo hervorgebracht wird. Aus demselben wird endlich die embryonale Generation, das Sporogon, welches bei den verschiedenen Gruppen

von ausserordentlich wechselnder Form ist (aber nie ein in Achse und Blatt gegliedertes Gebilde darstellt). Im einfachsten Falle ist dasselbe eine Kugel, deren äussere Zellschicht zur Wandung wird, während sich sämtliche innere Zellen zu Sporen umbilden. Meist jedoch differenziert sich das entstehende Gebilde in mehrere charakteristische Teile. Vor allem wird gewöhnlich ein dünner Stiel ausgegliedert, welcher in den das Archegon tragenden Teil der proembryonalen Generation eindringt, dort einen Fussteil bildet und hier die dem Sporogon notwendigen Nährstoffe entnimmt. Der obere Teil des Sporogons wird dann zur elliptischen oder eiförmigen Kapsel, in welcher sehr verschiedenartige Differenzierungen vor sich gehen, so dass die Mooskapsel bei den höheren Formen ein äusserst kompliziertes Gebilde darstellt.

Nach erfolgter Befruchtung und während der Entwickelung des Sporogons ist die Fortbildung des Archegons noch nicht abgeschlossen. Während nämlich der Kanalteil mehr oder weniger verkümmert und verwelkt, wächst die Bauchwand noch stark heran und wird dann als Calyptra bezeichnet. Bei den niedrigsten Moosformen bleibt das Sporogon stets von der Calyptra umschlossen; bei den höheren dagegen folgt das Wachstum der Calyptra nur eine bestimmte Zeit lang dem Wachstum des Sporogons; sie wird dann von dem letzteren auf verschiedenartige Weise durchbrochen. Bei den höheren Lebermoosen findet dies in der Weise statt, dass der Scheitel durchbrochen wird und die Calyptra als manschettenartiges Gebilde am Fuss des Kapselstiels zurückbleibt, oder, dass die Calyptra am Grunde abreisst und sodann von dem heranwachsenden Sporogon am Scheitel getragen wird.

Die Sporen entstehen stets zu 4 aus einer Mutterzelle. Diese Sporenmutterzellen, welche entweder bei den niedrigeren Formen das ganze Kapselinnere, dicht aneinanderschliessend, erfüllen; bei den höheren dagegen nur in ganz bestimmten und charakteristischen Regionen der Kapsel zur Ausbildung gelangen, trennen sich schon zur Zeit der in ihnen auftretenden Teilungen voneinander, weshalb dann natürlich auch die Sporen nur in lockerem Verbande den ihnen dargebotenen Raum erfüllen.

Nie findet man bei den Moosen wahre Gefässbündel. Bei den höchst entwickelten Formen ist dagegen schon eine Andeutung derselben wahrzunehmen. Man sieht nämlich hier im Zentrum des Stämmchens langgestreckte Zellen, welche sicherlich die Leitung des Wassers und der Nährstoffe bewerkstelligen. Bei einigen hochdifferenzierten Lebermoosen findet man im Thallus komplizierte Einrichtungen, welche auf Erleichterung der Assimilation hinzielen. In den Kapseln der Laubmoose ist häufig ein typisches Assimilationsgewebe entwickelt und die Epidermis von Spaltöffnungen durchbrochen, welche sich durch nichts von denen der Phanerogamen unterscheiden.

1. Klasse. Hepaticae. *Lebermoose.*

Das Protonema ist bei manchen Arten kaum entwickelt, da sich aus der keimenden Spore unmittelbar eine Zellfläche oder ein

Zellkörper aufbaut. Bei allen übrigen Arten ist das Protonema klein und sehr früh vergänglich. Die proembryonale Generation ist in den meisten Fällen thalloidisch, dorsiventral, seltener in Stamm und Blatt gegliedert, aber in letzterem Fall die Blättchen stets ohne Nerven. Das heranwachsende Sporogon ist entweder stets von der Calyptra, d. h. der heranwachsenden Archegonwandung umschlossen, oder aber letztere wird vom Sporogon am Scheitel durchbrochen und bleibt am Grunde des Kapselstiels manschettenartig sitzen. Deshalb ist nie eine Haube entwickelt. Das Sporogon springt meist mit 4 Klappen auf.

I. Reihe. Marchantiales.

Die proembryonale Generation ist thalloidisch, dorsiventral, unterseits mit quergestellten schuppenartigen Emergenzen besetzt, und wird von Hafthaaren an dem Substrat festgehalten; oberseits findet sich chlorophyllhaltiges Gewebe, welches häufig grosse Luftkammern aufweist. Letztere sind entweder geschlossen oder besitzen nach aussen eigenartige Oeffnungen. Die Antheridien und Archegonien sitzen auf der Thallusoberseite; sie sind eingesenkt oder stehen auf gestielten Trägern. Das Sporogon ist eine kugelige, sitzende oder mit kurzem Stiel versehene Kapsel.

I. Familie. Ricciaceae.

Das Sporogon ist stets von der Calyptra eingeschlossen und ungestielt; es öffnet sich nicht regelmässig, weshalb die den ganzen Innenraum des Sporogons vollständig ausfüllenden Sporen erst durch Verwitterung der dünnen Kapselwandung frei werden; Columella und Elateren fehlen. Die Luftkammern sind geschlossen oder offen. — Die Arten der Gattung *Riccia* sind meist winzige Moose, welche oft noch vielfach an Algen erinnern. *R. glauca* ist häufig auf feuchtem Boden, Aeckern, an Gräben; *R. fluitans* lebt in stehenden Gewässern untergetaucht und besitzt langgestreckte Thalluszweige.

2. Familie. Marchantiaceae.

Das Sporogon durchbricht bei der Reife die Calyptra an der Spitze, ist kurzgestielt und öffnet sich mit Zähnen oder 4 Lappen oder durch Abwerfen eines Deckels. Das Gewebe des Sporogons gliedert sich frühzeitig in zweierlei Zellen. Einzelne derselben, vom Grunde des Sporogons radial ausstrahlend, gehen nie Querteilungen ein; sie bleiben langgestreckt, spindelförmig und ihre Membran erhält 1—3 stark verdickte Schraubenbänder. Sie sind befähigt, starke Streckungen auszuführen und besitzen deshalb für die Sporenverbreitung eine grosse Wichtigkeit; sie werden Schleudern oder Elateren genannt. Die übrigen Zellen des Sporogons gehen reichlich Querteilungen ein und werden dann zu Sporenmutterzellen.

In der fertigen Kapsel liegen die stets ausserordentlich zahlreichen Sporen in regelmässigen Intervallen zwischen den Elateren eingestreut. Die Luftkammern haben stets Oeffnungen. Diese entstehen in der Weise, dass sich eine Epidermiszelle, welche über der Kammer liegt, durch mehrmalige Zweiteilung in 4, 6 oder noch mehr Zellen teilt. Die Zellen weichen sodann auseinander und es ensteht dadurch ein Porus. Die denselben begrenzenden Zellen gehen endlich noch zu der Aussenwand parallele Teilungen ein, wodurch 4—8 übereinanderliegende Tochterzellen gebildet werden und der Porus völlig die Gestalt eines Kanals erlangt. Man hat den Porus oft auch als Spaltöffnung bezeichnet, doch ist dieser Ausdruck zu verwerfen, da diese Bildung mit der entsprechenden bei den höheren Pflanzen nicht ohne weiteres in Zusammenhang zu bringen ist. Ganz abgesehen von der Entstehungsart besitzen die Poren der Marchantiaceae nie die Fähigkeit, die Bewegung des Oeffnens und Schliessens auszuführen, wie dies bei den echten Spaltöffnungen stets der Fall ist. — Häufig finden wir bei den Marchantiaceae eine vegetative Vermehrung durch Blattknospen, welche in verschiedener Weise zur Ausbildung gelangen können. Es kommt vor, dass einfach zahlreiche Zellen des Blattrandes sich loslösen und auf feuchtem Boden sich zu neuen Pflanzen entwickeln. Meist aber findet die Bildung von Brutknospen in besonderen Behältern statt, welche flaschenförmig, becherförmig, halbmondförmig gestaltet sind und aus oberflächlichen Thalluswucherungen bestehen (Fig. 52). Von dem Grunde dieser Behälter erheben sich anfangs haarähnliche Bildungen, welche aber dann mittels einer Scheitelzelle zu wachsen beginnen und zu Zellkörpern werden. Haben dieselben eine bestimmte Grösse erreicht, so fallen sie ab und wachsen sofort zu neuen Individuen heran. Die Vermehrung durch Brutknospen ist bei manchen Arten eine ganz ausserordentlich ergiebige, so dass manchmal die geschlechtliche Vermehrung mehr oder weniger unterdrückt wird.



Fig. 52. *Marchantia polymorpha.* Stück einer weiblichen Pflanze mit einem sehr jungen und einem alten Receptakulum und einem Brutbecher. Natürl. Grösse. (Luerssen.)

Von den zahlreichen hiehergehörigen Gattungen sind besonders diejenigen von Bedeutung, welche man unter der Tribus *Compositae* zusammenfasst. Bei denselben bilden sich die Geschlechtsorgane an aufrechten von dem flachen, dem Substrat angedrückten Thallus ausgehenden Sprossen, welche von mehr oder weniger schirmförmiger oder hutpilzartiger Gestalt sind und auf der Oberseite der aus radial angeordneten Zweigen gebildeten Scheibe die Antheridien, auf der Unterseite die Archegonien tragen (Fig. 52). Diese inflorescenzartigen Gebilde können sowohl monöcisch wie diöcisch sein. — Es gehören hieher z. B. *Fegatella conica*, welche an Grabenrändern und an feuchten Abhängen nicht selten auftritt, *Lunularia vulgaris,* welche aus Südeuropa stammt, aber bei uns, besonders infolge ihrer reichlichen Vermehrung durch Brutknospen, in

Gärten und auf Blumentöpfen nicht selten massenhaft auftritt, und endlich die weitverbreitete *Marchantia polymorpha* (Fig. 52), welche häufig feuchte Felsen oder Sandplätze dicht überzieht.

2. Reihe. Anthocerotales.

Die proembryonale Generation ist stets thalloidisch, unterseits schuppenlos. Häufig sind auf der Unterseite Spalten, in welche Arten der Gattung *Nostoc* eindringen; diese bilden dort grosse Kolonien und gehen wahrscheinlich mit dem Lebermoose ein symbiotisches Verhältnis ein. Die verschiedenen Geschlechtsorgane finden sich stets auf derselben Pflanze. Antheridien und Archegonien entstehen eingesenkt auf der Oberseite des Thallus. Anfangs liegen die Antheridien zu mehreren in dicht unter der Oberfläche des Sprosses entstehenden Intercellularräumen. Bei ihrer Reife erst reisst die die Höhlung bedeckende Wandschicht auf und die Spermatozoiden treten aus den Antheridien an der Spitze aus. Die Archegonien bleiben stets vom Thallusgewebe umhüllt und es tritt auch der im entwickelten Zustande oben offene Halskanal nie über die Oberfläche desselben hervor. Nach erfolgter Befruchtung und während sich das Sporogon entwickelt, wölbt sich das umgebende Thallusgewebe zu einem kegelförmigen Gebilde empor und umgibt zuletzt, nachdem es von dem sich verlängernden Sporogon durchbrochen wurde, als Involucrum den unteren, fussförmigen Teil desselben. Im Sporogon sind unterdessen komplizierte Wachstumsverhältnisse eingetreten. Es entwickelt sich hier nämlich aus dem anfangs homogenen Gewebe eine zentrale, sterile Mittelschicht, welche aus gestreckten Zellen besteht und als Columella bezeichnet wird. Das die Columella umgebende Gewebe differenziert sich wieder in Elateren (hier aber ohne Schraubenbänder) und Sporen, in ähnlicher Weise, wie wir dies bei *Marchantia* kennen gelernt haben, und in eine mehrschichtige Wandung. Das Sporogon ist im ausgebildeten Stadium schotenförmig, langgestreckt und springt bei der Reife mit 2 von oben nach unten sich öffnenden Klappen auf, wodurch die Sporenverbreitung erfolgt (Fig. 53).

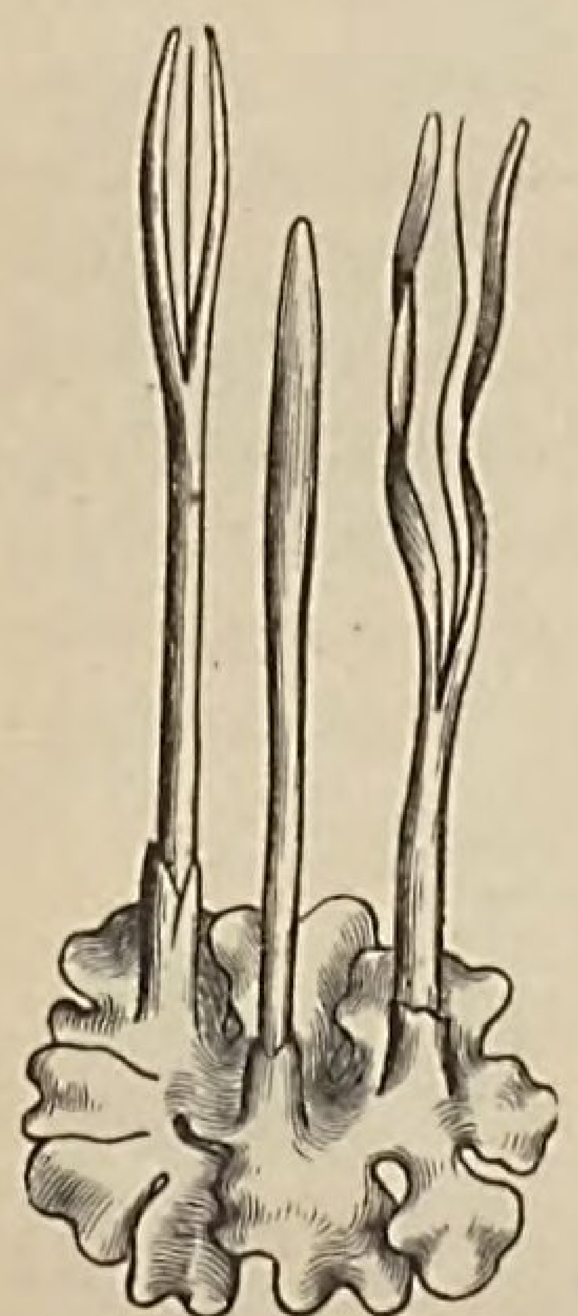


Fig. 53. *Anthoceros laevis.* Pflanze mit 3 Früchten. Doppelte Grösse. (LUERSSEN.)

3. Familie. Anthocerotaceae.

Die einzige Familie mit dem Charakter der Reihe.

Die Arten sind kleine, unscheinbare Formen. — *Anthoceros laevis* und *A. punctatus* kommen zerstreut und nirgends häufig auf feuchten, lehmigen Abhängen und Feldern vor.

3. Reihe. Jungermanniales.

Auch hier sind die niedrigsten Formen in ihrer proembryonalen Generation noch thalloidisch, die höheren dagegen mehr oder weniger kormophytisch, d. h. in Stämmchen und Blattorgane gegliedert. Die Blätter sind teilweise nur in 2 Reihen auf dem Rücken des meist fadenförmigen, kriechenden Stämmchens entwickelt (als Oberblätter bezeichnet), meist findet sich jedoch auf der Bauchseite desselben noch eine Reihe von Blättern, die sogenannten Schattenblätter oder Amphigastrien (Fig. 54 *B*).

Wie schon oben angedeutet, sind die meisten Jungermanniales typisch dorsiventral, d. h. auf der Schattenseite oder Bauchseite werden entweder nur Wurzelhaare oder auch die Amphigastrien gebildet, auf der Licht- oder Rückenseite dagegen die zwei Reihen von Rückenblättern, die sich in verschiedener Weise decken können, und ausserdem die Geschlechtsorgane. Letztere sind entweder monöcisch oder diöcisch auf den Individuen verteilt. Die Antheridien werden gewöhnlich blattwinkelständig, einzeln oder zu mehreren gebildet. Die Archegonien meist in grösserer Anzahl auf dem Rücken des weiterwachsenden Sprosses oder am Vegetationsscheitel desselben. Sie entstehen stets frei, werden jedoch oft von einer Wucherung der Stengelspitze krugförmig umhüllt, oder aber von einer grösseren Zahl von Blättchen umgeben (Perichaetium). Ausserdem findet sich in letzterem Fall eine mehr oder weniger hautartige Hülle gebildet, welche die Archegonien oft ziemlich hoch allseitig umwächst und als Perianthium bezeichnet wird.

Nach erfolgter Befruchtung wächst der basale Teil der Sporogonanlage stark in die Dicke, erhält eine rübenförmige Gestalt, drängt sich in das Gewebe des Stämmchens hinein und wird von diesem fest umschlossen und mit Nährstoffen versorgt. Der obere Teil differenziert sich in eine ziemlich dicke Wandung und einen inneren Teil, in dem Sporen und Elateren zur Entwickelung gelangen. Der Teil der Sporogonanlage, welcher zwischen dem sporenbildenden, oberen und dem unteren, fussförmigen liegt, bleibt steril; er ist anfangs kurz, beginnt sich jedoch bei erfolgender Reife lebhaft zu strecken und wird zum Stiel der Kapsel. Bei dieser Streckung wird die Calyptra (= Archegonwandung) am Scheitel zerrissen und die Kapsel hochgehoben. Zur Zeit der Reife zerreisst (Fig. 54 *A*) die letztere in 4, selten mehr Klappen, welche sich auseinander schlagen und dadurch die Sporen und die mit 1—2 braunen Schraubenbändern versehenen Elateren ausstreuen; letztere fehlen nur sehr selten.

1. Unterreihe. Anacrogynae.

Die Archegonien entstehen auf dem Rücken des weiterwachsenden Sprosses und schliessen sein Wachstum nicht ab; sie sind von einer Art Involucrum umgeben.

4. Familie. Riellaceae.

Sie sind winzige Pflänzchen, nicht dorsiventralen Baues (proembryonale Generation). Die Kapsel umschliesst neben den Sporen diesen fast gleichgestaltete, kugelige, sterile Zellen, nie enthält sie Elateren. Diese Familie ist nur von morphologischem Interesse, da sie ohne Zweifel ein Anfangsglied der Jungermanniales bildet. Die Arten der Familie sind sehr selten, vielleicht auch ihrer Kleinheit wegen oft nur übersehen. *Riella Reuteri* wurde früher im Genfer See gefunden, ist aber schon seit langer Zeit verschwunden; *R. helicophylla* lebt in Seen Nordafrikas untergetaucht.

5. Familie. Aneuraceae.

Die meist ansehnlicheren Formen sind stets typisch dorsiventral (proembryonale Generation), blattlos, d. h. nur aus einem mehr oder weniger ungegliederten Thallus bestehend, oder mit 2 Reihen von Rückenblättern und einer Reihe von bauchständigen Amphigastrien an dem deutlich ausgebildeten Stämmchen. Hieher gehört eine Menge von auffallenden Arten, welche bei uns häufig in charakteristischer Weise auftreten. So z. B. ist *Aneura pinguis* mit blattlosem, flachem, nicht mit Mittelrippe versehenem Thallus nicht selten auf feuchtem Boden. *Metzgeria furcata*, ebenfalls ohne Blätter aber mit einer Mittelrippe, findet sich häufig in dichten Rasen, ganze Felsen oder Baumstämme überziehend.

6. Familie. Haplomitriaceae.

Die Sprösschen stehen aufrecht und tragen meist 3 Reihen fast gleichartiger und gleich grosser Blätter. Die Kapsel ist cylindrisch und langgestielt. *Haplomitrium Hookeri* ist verbreitet auf feuchten, kurzgrasigen Weideplätzen.

2. Unterreihe. Acrogynae.

Die Archegonien entstehen am Scheitel der Sprosse und schliessen das Wachstum derselben ab. Die Scheitelzelle geht dabei in die Bildung der Archegonien auf. Die Sprosse sind stets bilateral mit 2 Reihen grösserer, dicht nebeneinander stehender Oberblätter oder Rückenblätter und einer Reihe kleinerer Unterblätter oder Amphigastrien. Letztere fehlen manchmal.

7. Familie. Jungermanniaceae.

Die einzige Familie mit dem Charakter der Unterreihe. Sie zerfällt in mehrere scharf geschiedene Unterfamilien.

1. Unterfamilie. *Jubuloideae.*

Die Blätter sind oberschlächtig, d. h. die Rückenblätter liegen dicht nebeneinander, so dass sich ihre Ränder decken, und zwar deckt in diesem Fall der hintere Rand eines Blattes den oberen Rand des darauffolgenden, nächstunteren Blattes. Die Archegonien stehen frei auf der Sprossspitze.

1. Tribus. *Jubuleae.* Die Kapsel ist sehr zart und springt meist nur bis zur Mitte mit 4 Klappen auf. Elateren mit nur einer Schraubenverdickung. Am häufigsten von den zahlreichen hiehergehörigen Formen ist *Frullania dilatata*, welche oft ganze Felspartien und Baumstämme überzieht.

2. Tribus. *Platyphylleae.* Die Kapsel ist lederartig und springt meist bis zur Basis mit 4 Klappen auf; die Elateren haben 2 Schraubenverdickungen. Die Blätter sind ganzrandig und der Stengel hat keine Ausläufer. Hieher gehört z. B. die überaus häufige *Radula complanata* (Fig. 54), welche an Baumstämmen mit dichtem, rasigem Wuchs auftritt.

3. Tribus. *Ptilidieae.* Wie die vorige Tribus, aber die Blätter sind handförmig geteilt und am Rande mit einfachen oder verzweigten Haaren gewimpert. *Ptilidium ciliare* ist ein auf feuchtem Boden häufig auftretendes, charakteristisches Lebermoos.

4. Tribus. *Lepidozieae.* Wie die vorige Tribus, aber die Stengel schicken dünne, peitschenförmige Ausläufer aus. Hieher gehört z. B. das feuchte Orte liebende *Mastigobryum trilobatum*, welches sich stellenweise nicht selten findet.

2. Unterfamilie. *Geocalycoideae.*

Die Blätter decken oberschlächtig oder unterschlächtig. Die Archegonien stehen am Ende von unterirdischen Sprossen, jedoch nicht frei, sondern durch Wucherung des Achsenendes in einer krug- oder flaschenförmigen, am Scheitel geöffneten Höhlung.

5. Tribus. *Geocalyceae.* Hieher gehören nur wenige Formen: *Calypogeia Trichomanis* findet sich an feuchten, vegetationslosen, lehmigen Grabenrändern; *Geocalyx graveolens* lebt meist an Bachufern.

3. Unterfamilie. *Jungermannioideae.*

Die Blätter sind unterschlächtig, d. h. der vordere Rand eines Rückenblattes deckt stets den hinteren Rand des darauffolgenden nächst oberen Blattes. Die Archegonien stehen frei auf dem Sprossgipfel.

6. Tribus. *Jungermannieae.* Das Archegonium ist von einem Perianth umschlossen und auch noch meist von einem Kranze von Perichätialblättern umhüllt. Von den ausserordentlich zahlreichen hiehergehörigen Arten seien nur folgende angeführt: *Lophocolea bidentata* findet sich in feuchten Wäldern nicht selten; *Scapania*

undulata wächst an überrieselten Felsen, besonders im Gebirge. Die Arten der grossen Gattung *Jungermannia* lieben fast sämtlich feuchte Stellen, besonders an Felsen. Eine grosse Zahl derselben findet sich im Hochgebirge. Die häufigsten Arten sind *J. trichophylla*, *J. incisa*, *J. bicuspidata*.

7. Tribus. *Gymnomitrieae.* Perianth meist fehlend oder nur sehr unscheinbar und mit den Blättern des Perichaetiums in Verbindung stehend. Nur wenige unbedeutende Arten, die meist im Gebirge wachsen.



Fig. 54. *A* Fruchttragende Pflanze von *Radula complanata*, in etwa doppelter Gr.; links eine noch geschlossene, rechts eine aufgesprungene und bereits entleerte Kapsel. — *B* Stück des Stengels von *Jungermannia barbata* von der Unterseite, um die gespaltenen und wimperig gezähnten Amphigastrien zu zeigen. Vergr. (Luerssen.)

2. Klasse. Musci. (*Musci frondosi* oder *Laubmoose.*)

Aus der Spore geht hier ein ansehnliches, chlorophyllgrünes, meist fadenalgenähnliches (besonders der Gattung *Conferva* gleichendes) Protonema (Fig. 55 *B*—*D*) hervor, welches oft lange Zeit hindurch in diesem Zustand verharren und zu langen, krausen Fäden auswachsen kann. Durch seitliche Sprossung entsteht dann an diesen Protonemen die eigentliche Moospflanze (proembryonale Generation), welche hier durchweg kormophytisch ist, d. h. einen Stammteil (oft mit Zentralstrang) und meist mit Mittelnerv versehene Blättchen aufweist. Die Pflänzchen sitzen im Boden mittels Rhizoiden, d. h. einfachen Zellfäden fest, welche sich wurzelähnlich vielfach verzweigen und sich oft ganz wie Protonemen verhalten, d. h. an die Oberfläche des Bodens gelangend neue Pflänzchen hervorbringen (Fig. 55 *A*). An dieser Moospflanze bilden sich dann die Geschlechtsorgane. Die Archegonien und Antheridien kommen auf einem und demselben Individuum oder auf verschiedenen getrennt vor; und zwar können sie — gewöhnlich in grösserer Anzahl auftretend — entweder die Hauptachse begrenzen, d. h. den Sprossgipfel einnehmen, oder sie erscheinen erst — gewissermassen achselständig — am Ende einer Achse zweiter oder dritter Ordnung. Die Antheridien sind meist lang keulenförmig und öffnen sich mit einem Riss am Scheitel (Fig. 49, 50). Das Archegon ist hier meist deutlich gestielt, der Stielteil geht allmählich in den angeschwollenen Bauchteil und dieser dann wieder allmählich in den langen Halsteil über. Die Sporogonentwickelung ist eine ziemlich komplizierte. Nach der Befruchtung der Eizelle (in einer Moosblüte gelangt meist nur ein einziges Archegon zur definitiven Ausbildung, die anderen abortieren gewöhnlich in allen Entwickelungsstadien) wird die Sporogonanlage meist zu einem spindelförmigen, vielzelligen Körper, dessen unteres Ende im Gewebe der proembryonalen Generation stecken bleibt und häufig infolge einer Wucherung des Ober-

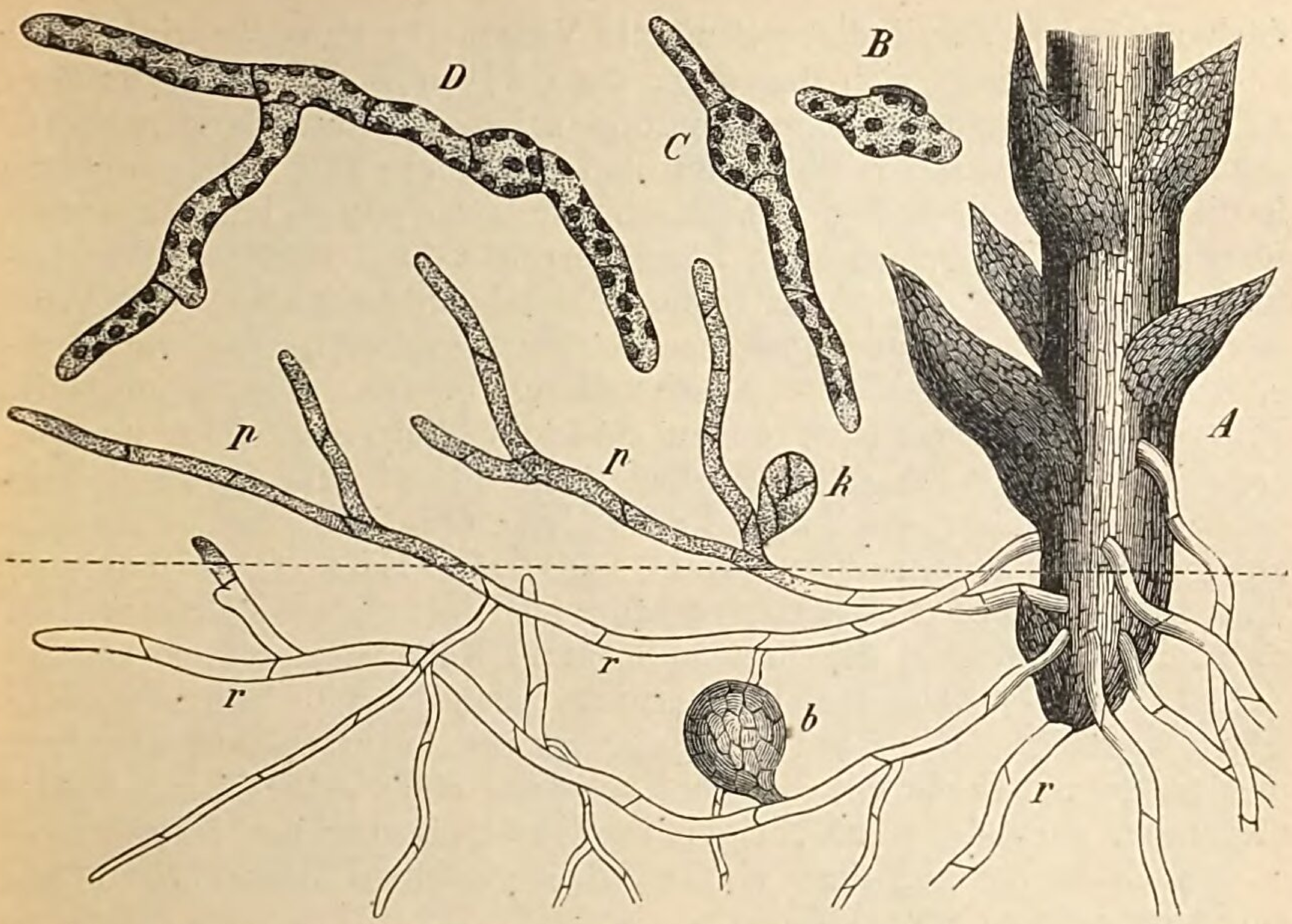


Fig. 55. *A* Unterer Teil eines Moosstengels mit Rhizoiden *(r)*, auf denen bei *b* eine Brutknospe entstanden ist; einzelne von ihnen sind über die durch die punktierte Linie angedeutete Bodenoberfläche hervorgewachsen und infolgedessen in Vorkeimfäden *(p)* umgewandelt, von denen einer bereits eine junge Moosknospe *(k)* trägt. (Schwach vergrössert.) *B* Keimende Spore von *Funaria hygrometrica* mit noch anhängendem Exosporium. *C* Etwas älterer und *D* noch weiter entwickelter Vorkeim desselben Mooses. (Vergr. 300.) (Luerssen.)



Fig. 56. *Tetraphis pellucida.* Pflanze mit reifer Kapsel, links eine solche mit einem Köpfchen von Brutknospen, beide schwach vergrössert. In der Mitte eine reife, geöffnete und eine junge, noch von der Haube bedeckte Kapsel, stärker vergrössert. (Luerssen.)

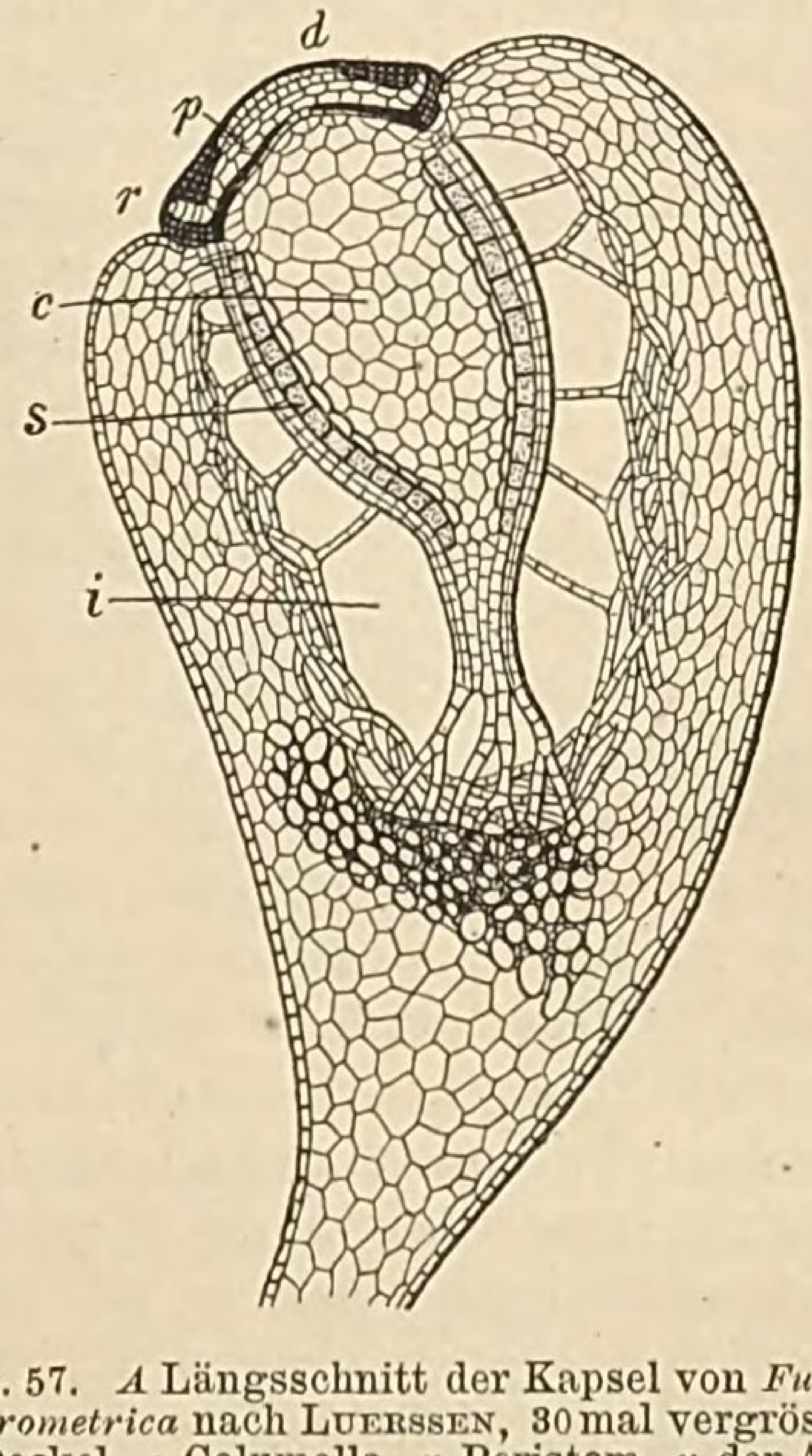


Fig. 57. *A* Längsschnitt der Kapsel von *Funaria hygrometrica* nach Luerssen, 30 mal vergrössert; *d* Deckel, *c* Columella, *p* Peristom, *r* der Annulus; *i* die Lufträume durchzogen von algenähnlichen Zellfäden, *s* Sporensack, die Urmutterzellen enthaltend.

flächengewebes durch die sogenannte Vaginula umwallt wird. Das obere Ende streckt sich dagegen, die Calyptra, d. h. die längere Zeit mitwachsende Archegonwandung reisst an ihrer Basis meist in sehr charakteristischer Weise los und der obere Teil wird als Mütze in die Höhe gehoben (Fig. 56). Nachdem dieser dünne, lange, spindelförmige Körper eine gewisse Länge erreicht hat, hört sein Wachstum auf und kurz unterhalb seines Scheitels entsteht eine meist symmetrische, seltener unsymmetrische, kugelige, eiförmige, verkehrteiförmige oder cylindrische Anschwellung, in der dann mannigfache Differenzierungen vor sich gehen und die Sporen gebildet werden. Das Sporogon ist hier also gegliedert in Stiel oder Seta und in den Sporenbehälter, die Kapsel oder Urne (Fig. 56). In der Kapselanlage differenzieren sich schon sehr früh Endothecium und Amphithecium. Aus ersterem bildet sich fast stets die Columella, d. h. eine die Kapsel durchsetzende, axile Reihe gestreckter, steriler Zellen (Fig. 57). Um dieselbe herum werden dann die Sporenmutterzellen angelegt. Die Kapselwandung ist stets mehrschichtig angelegt und mit einer Epidermis versehen, welche nicht selten echte Spaltöffnungen ausbildet. Im übrigen ist die Gliederung der Kapsel eine so verschiedenartige, dass sie bei den einzelnen Unterklassen besprochen werden muss.

1. Unterklasse. Sphagnales.

Das Protonema entwickelt sich im Wasser konfervenähnlich, auf fester, feuchter Unterlage dagegen thalloidisch. An demselben bildet sich dann die kormophytische, proembryonale Generation. Die das Stämmchen dicht umgebenden Blättchen bestehen anfangs aus gleichartigen Zellen. Später differenzieren sie sich jedoch in grosse, weite und in enge, schlauchartige, welche sich zwischen jenen hinziehen und untereinander netzartig verbunden sind. Die grossen Zellen verlieren ihren Inhalt, werden farblos, ihre Wände zeigen weitläufig gewundene Schraubenbänder und grosse, runde Löcher, welche von verdickten Wandstellen umrahmt werden. Die kleineren, schlauchartigen Zellen dagegen behalten ihren Inhalt, führen reichlich Chlorophyllkörner und stellen also das Assimilationsgewebe dar (Fig. 58 *B, C*). Die farblosen Zellen, welche sich auch an der Aussenseite des Stämmchens finden, dienen dazu, um auf capillarem Wege das Wasser (alle Sphagnales sind Sumpfpflanzen) nach den Gipfelteilen zu heben, weshalb die Sphagnumrasen, wenn sie auch eine ansehnliche Höhe erreicht haben, vollständig schwammartig mit Wasser durchtränkt sind. Antheridien und Archegonien sind auf verschiedene Seitenzweige verteilt, entweder auf derselben Pflanze oder auf verschiedenen Individuen (Fig. 58 *A*). Im allgemeinen sind aber die Geschlechtsorgane selten, da sich die Sphagnales meist auf vegetativem Wege ausserordentlich rasch vermehren. Nach erfolgter Befruchtung entwickelt sich das Sporogon fast vollständig innerhalb des Perichaetiums; erst spät wird die Calyptra unregelmässig zerrissen und bleibt am Grunde des Sporogons als Scheide zurück.

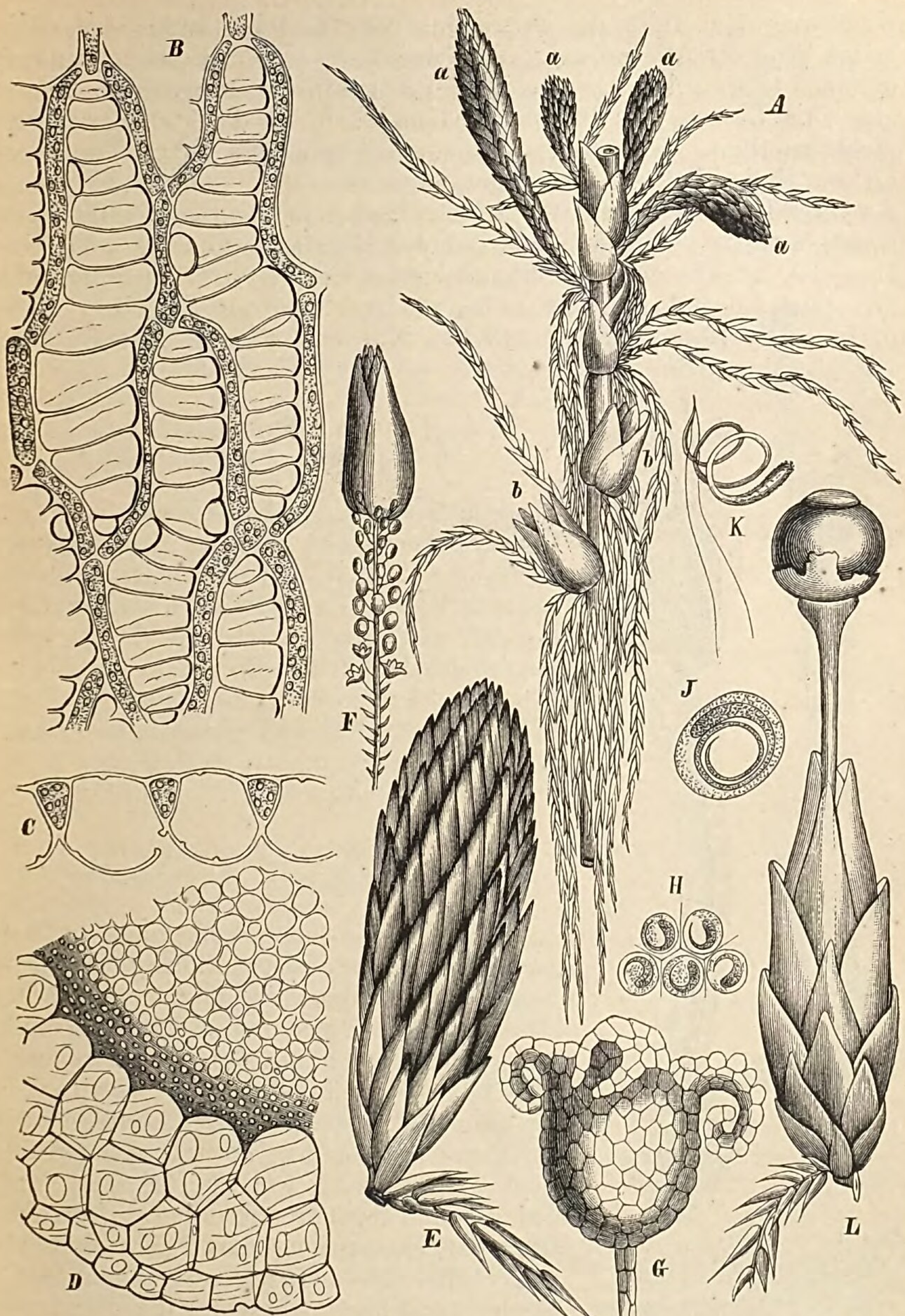


Fig. 58. *A Sphagnum acutifolium.* Stück der Pflanze vergrössert; *a* männliche Blütenkätzchen, *b* Perichaetialäste mit noch eingehüllten Sporogonien. — *B* Stück eines Astblattes von *S. cymbifolium.* Vergr. 400. — *C* Stück eines Querschnittes von *S. cuspidatum.* Vergr. cr. 400. — *D* Stück eines Stengelquerschnittes von *S. cymbifolium,* sehr stark vergrössert. — *E* Männliches Blütenkätzchen von *S. acutifolium,* mit dem Basalteile eines sterilen Astes am Grunde. Vergr. 50. — *F* Ein kleines Kätzchen, zum Teile entblättert, um die Antheridien zu zeigen. Vergr. 50. — *G* Geöffnetes und entleertes Antheridium von *S. acutifolium.* Vergr. cr. 350. — *H* 5 Spermatozoiden-Mutterzellen mit in Entwickelung begriffenen Spermatozoiden. Vergr. 600. — *J* Eine solche der Reife nahe. Vergr. 1200. — *K* Spermatozoid. Vergr. 1200. — *L* Reife Kapsel von *S. acutifolium* mit den Resten des Archegoniums, dem Perichaetium und dem Basalteile eines hängenden Aestchens am Grunde des letzteren. Stark vergrössert. — Nach Schimper. (Luerssen.)

Kurz vor der Reife des Sporogons wird dasselbe durch eine stielartige Wucherung des Zweiggipfels weit über das Perichaetium hinausgehoben (Fig. 58 *L*). Dieser Stiel, Pseudopodium genannt, gehört also zum Gewebe des Stämmchens und hat mit der Sporogonanlage nichts zu thun. Sein oberer Teil ist stark verdickt und in diesem verdickten Ende sitzt ein fussartiger, ebenfalls stark verdickter Fortsatz der Kapsel. Die Sporenmutterzellen entstehen in einer glockenförmigen Gewebeschicht unter dem Scheitel der kugeligen Kapsel. Die Columella ist hier nur unvollkommen entwickelt, denn sie durchsetzt die sporenbildende Schicht nicht, sondern wird von derselben überdacht. Die Kapsel öffnet sich bei der Reife mittels eines Deckels. Ein Peristom wird nicht gebildet. — Nur eine Familie.

8. Familie. Sphagnaceae.

Die einzige der Unterklasse mit dem Charakter derselben, nur aus einer Gattung *Sphagnum* bestehend, welche eine ausserordentlich grosse Zahl von Arten umfasst, über die ganze Erde verbreitet und als einer der charakteristischsten Bestandteile der Moorvegetation bekannt ist. Besonders als Torfbildner besitzen die Sphagnaceae Bedeutung. Die gemeinsten und weit verbreiteten Arten sind *S. acutifolium* und *S. cymbifolium*.

2. Unterklasse. Andreaeales.

Die Sporogonentwickelung verläuft hier ähnlich wie bei den Sphagnales. Die ausgebildete Kapsel hat eine längliche Gestalt, ist oben zugespitzt, zeigt am Grunde eine sehr kurze Seta, deren unteres, verdicktes Ende wie bei den Sphagnales in dem Endteil, der Vaginula des Pseudopodiums eingesenkt ist und durch letzteres aus dem Perichaetium hochgehoben wird. Bei dieser Streckung wird die Calyptra von ihrem Grunde abgesprengt und sitzt dann als spitzes Mützchen auf der Kapsel (Fig. 59 *Ah*). Diese besitzt eine mehrschichtige Wandung, unterhalb welcher am Scheitel die glockenförmige Sporenschicht liegt. Auch hier wird letztere von der zentralen Columella nicht durchsetzt. Bei der Reife öffnet sich die Kapsel mit 4 Längsrissen. Die dadurch entstehenden 4 Klappen, welche am Scheitel und an der Basis fest miteinander verbunden bleiben, sind deutlich hygroskopisch. Bei

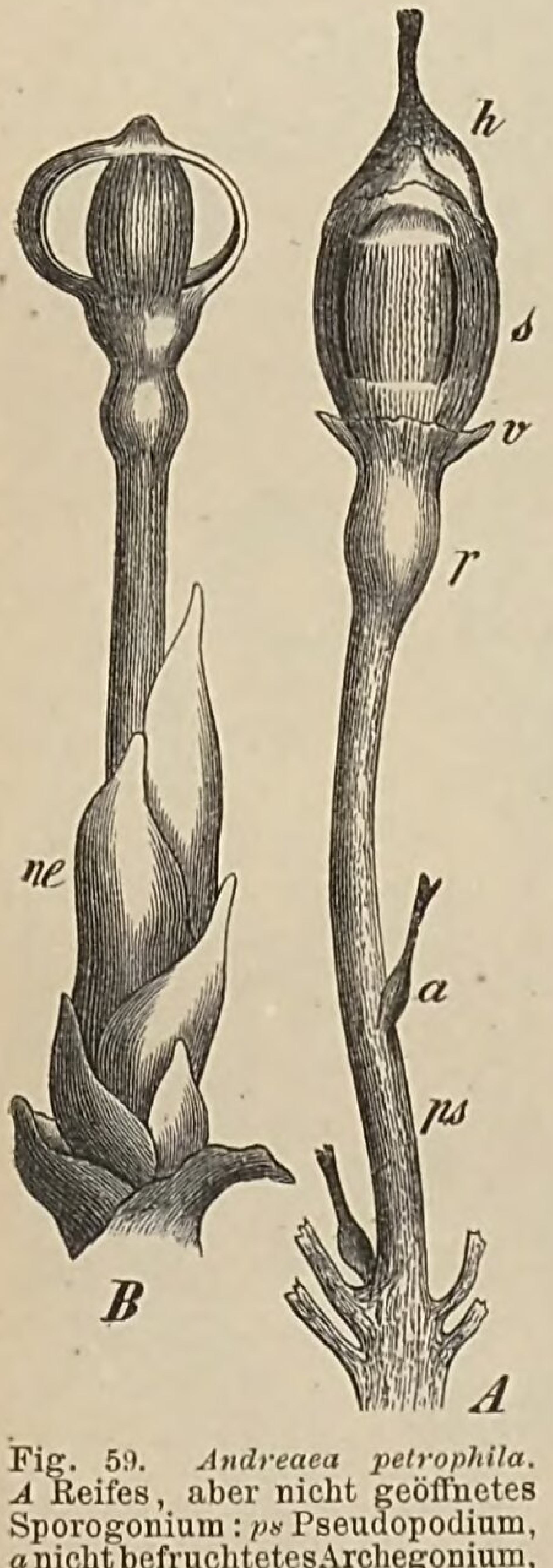


Fig. 59. *Andreaea petrophila*. *A* Reifes, aber nicht geöffnetes Sporogonium: *ps* Pseudopodium, *a* nicht befruchtetes Archegonium, *p* Teil des Pseudopodiums, in welchem der Fuss der Kapsel steckt, *v* Vaginula, *s* Sporogonium, *h* Haube. *B* Reifes, geöffnetes, über das Perichaetium (*pe*) emporgehobenes Sporogonium Vergr. 25. Nach KÜHN. (LUERSSEN.)

feuchtem Wetter schliessen sie nämlich fest zusammen, bei trockenem dagegen, wenn die Sporenausstreuung wirksam erfolgen kann, öffnen sie sich und gleichen einer Laterne (Fig. 59).

9. Familie. Andreaeaceae.

Die einzige der Unterklasse mit nur einer Gattung *Andreaea*, deren wenige Arten kleine, polsterbildende, dichtbeblätterte und reichverzweigte, meist auf Felsen im Gebirge lebende Moose sind, das Blattparenchym ist stets aus nur einer Art von Zellen zusammengesetzt. Manchmal ist eine Mittelrippe ausgebildet; die häufigsten Arten sind *Andreaea petrophila* (Fig. 59) und *A. rupestris* (Fig. 60), welche auf Felsen der Gebirge und besonders auf erratischen Blöcken nicht selten vorkommen.



Fig. 60. *Andreaea rupestris.* (LUERSSEN.)

3. Unterklasse. Archidiales.

Das Sporogon ist nur sehr kurz gestielt und mit seinem unteren angeschwollenen Teil in die Vaginula eines kurzen, dicken Pseudopodiums eingesenkt. Die Calyptra wird seitwärts abgesprengt und der obere Teil nicht hochgehoben. Unterhalb der mehrschichtigen Wandung des Sporogons bildet sich auf den Längsseiten ein schmaler Intercellularraum, welcher deutlich die innere Gewebemasse abtrennt. In diesem inneren Gewebe entwickelt sich eine einzige Zelle sehr stark auf Kosten der übrigen, verdrängt dieselben vollständig und teilt sich dann in 4 Sporenmutterzellen. Jede derselben entwickelt 4 Sporen, so dass in der reifen Kapsel nur 16 den ganzen Kapselraum erfüllende Sporen vorhanden sind. (Die Columellabildung fehlt vollkommen!) Die Sporen werden aus der Kapsel durch Verwitterung deren Wandung frei. — Nur eine Familie:

10. Familie. Archidiaceae.

Die einzige der Unterklasse mit der Gattung *Archidium*, die wenige winzige, erdbewohnende Arten umschliesst. *A. phascoides* kommt auf Thonboden zerstreut vor.

4. Unterklasse. Bryales.

Bei den meisten der hiehergehörigen Arten stellt das ausgebildete Sporogon ein kompliziertes Gebilde dar. In dem anfangs homogenen Gewebe desselben entsteht zuerst ein hohlcylindrischer Intercellularraum, welcher die mehrschichtige Wandung — an der Basis und am Scheitel ausgenommen — vom Innengewebe trennt. Auf ersterer wird eine starke Epidermis ausgebildet, welche häufig Spaltöffnungen zeigt (Fig. 57). Die Wandschicht ist mit dem inneren Gewebe durch zahlreiche Zellfäden verbunden, welche wie die inneren

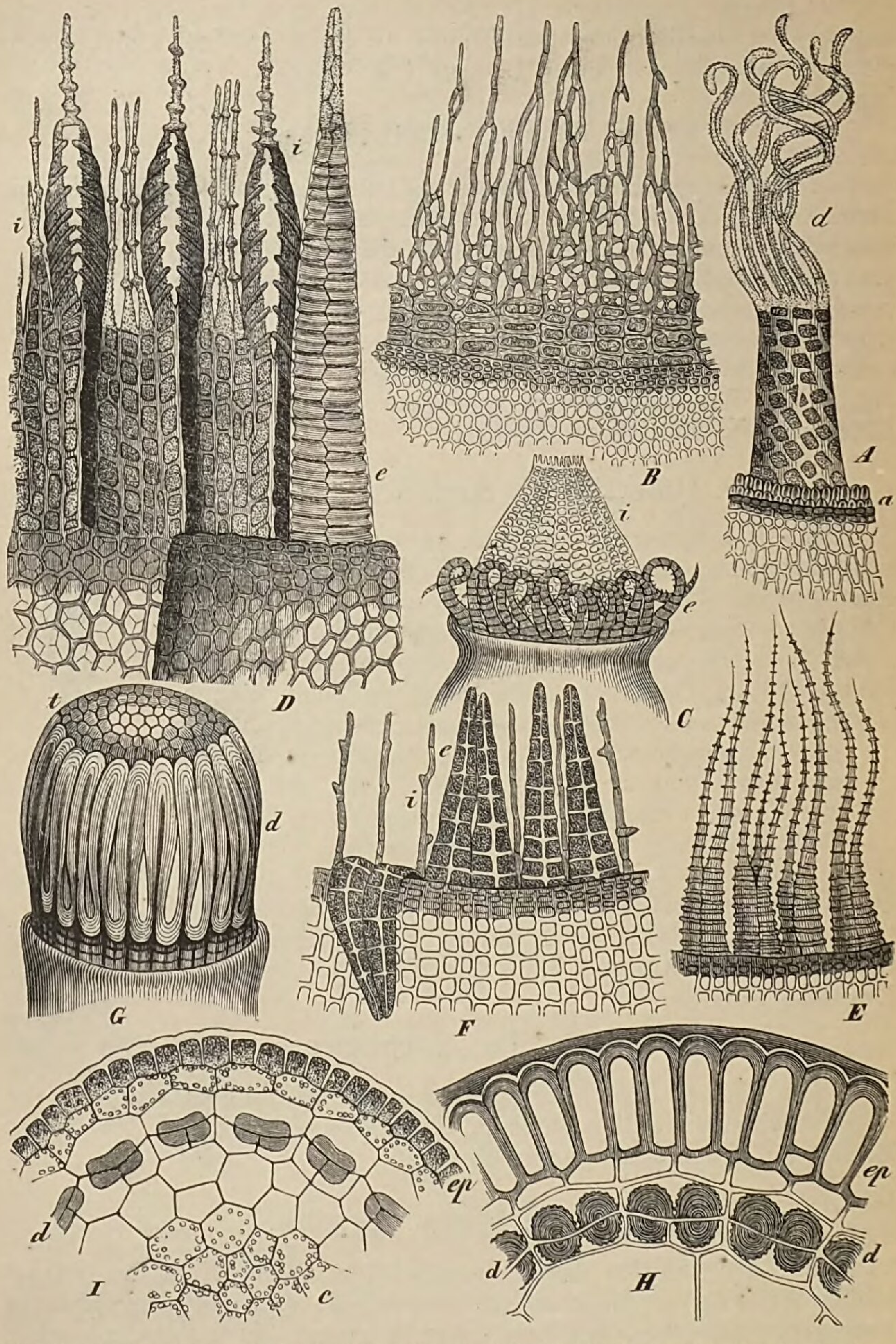


Fig. 61. Peristombildungen bei Laubmoosen. *A—G* in der Flächenansicht, *H* und *J* im Querschnitt. — *A Barbula canescens.* — *B Cinclidotus riparius.* — *C Fontinalis antipyretica.* — *D Mnium hornum* (in der rechten unteren Hälfte ist die Kapselepidermis, unten links eine tiefere, dem inneren Peristom entsprechende Zellenschicht der Kapselwand gezeichnet. — *E Fissidens adianthoides.* — *F Orthotrichum stramineum.* — *G Atrichum undulatum.* — *H Barbula reflexa.* — *J Weisia recurvirostra: a* Ring, *d* Peristomzähne, *e* äusseres Peristom, *i* inneres Peristom, *t* Epiphragma, *ep* Epidermis, *c* Columella. Nach SCHIMPER und LANTZIUS-BENINGA. Vergr. von *H* = 500, *J* = 250, die übrigen Figuren alle stark vergrössert. (LUERSSEN.)

Wandschichten reichlich Chlorophyll führen. In dem inneren Gewebekörper entsteht, 2 oder 3 Zelllagen unter ihrer Aussenseite, eine geschlossene Schicht von Sporenmutterzellen, aus denen später die Sporen hervorgehen (*s*). Die Zellschichten, welche die sporenbildende Schicht aussen und innen umhüllen, werden als Sporensack bezeichnet. Dieselben führen reichlich Chlorophyll, dienen also zur Ernährung des Sporogons. Innerhalb des Sporensackes liegt dann gewöhnlich direkt das grosszellige Gewebe der Columella. Betreffs der komplizierten Einrichtung des Deckels sei nur kurz darauf hingewiesen, dass die so ausserordentlich charakteristischen Zähne (Peristom) (Fig. 61) nicht aus Zellgewebe bestehen, sondern von verdickten und sclerotisierten Teilen der Membranen einer Zellschicht aufgebaut sind, welche von der als Deckel abfallenden Epidermis durch mehrere sehr zartwandige Zelllagen getrennt ist. Bei der Kapselreife vertrocknen und verschwinden sowohl diese zartwandigen Zellen wie die dünneren Membranstellen der Peristomschicht, so dass nach dem Abfallen des schon frühzeitig sich ausbildenden Deckels die Zähne oft als prächtige Gitterbildungen frei stehen bleiben. — Wie oben schon angeführt, besteht das Sporogon im ausgebildeten Zustande aus einem, meist sehr langen Stiel und der eigentlichen Kapsel. Bei der Streckung des Stieles wird die Calyptra an ihrem Grunde in sehr verschiedener Weise losgerissen und als Mütze von im allgemeinen sehr wechselnder, aber bei den einzelnen Arten und meist auch Gattungen sehr charakteristischer und fixierter Form hochgehoben.

I. Reihe. Cleistocarpae.

Die Kapsel bildet nie einen Deckel aus und die Sporen werden daher erst durch Verwitterung der Kapselwand frei. Hieher wird eine Anzahl von Familien gestellt, welche noch vielfache Uebereinstimmungen zeigen mit den Archidiales. Dieselben umfassen nur sehr wenige Arten von niedrigem, oft winzigem Wuchs. Es sei angeführt:

II. Familie. Phascaceae.

Die hiehergehörigen, sehr kleinen Arten sind 1jährig, besitzen jedoch ein ausdauerndes, unterirdisches Protonema. Die Blättchen sind ganzrandig. Die Seta hat einen angeschwollenen, rübenförmigen Fussteil, wie dies die vorhergehenden, niedrigeren Reihen durchweg zeigen. Die Columella durchsetzt jedoch die Kapsel in normaler Weise von der Basis bis zur Spitze. — *Phascum cuspidatum* ist eine auf Aeckern und lehmigen Weideplätzen stellenweise häufig auftretende Art.

2. Reihe. Stegocarpae.

Die Kapsel öffnet sich bei der Reife mittels eines scharf rings umschriebenen Deckels. — Von der ausserordentlich grossen Zahl der hiehergehörigen Familien und Arten sollen nur die wichtigsten besprochen werden.

1. Unterreihe. Acrocarpae.

Die Archegonien stehen am Gipfel der Hauptsprosse und beschliessen das Wachstum derselben. Infolgedessen wird auch die Kapsel stets endständig.

12. Familie. Dicranaceae.

Sie sind rasenbildende, ansehnliche Formen, deren Stengel einen deutlichen Zentralstrang aufweist. Die Blätter sind halbstengelumfassend, pfriemlich oder borstig. Die Kapsel ist meist symmetrisch, seltener etwas geneigt, das Peristom einfach, aus 16 an der Innenseite mit Querleisten versehenen Zähnen gebildet; die Haube ist kappenförmig. — Die Arten der Gattung *Dicranum* sind sehr verbreitet, besonders auf Waldboden, z. B. *D. scoparium, D. undulatum, D. montanum.*

13. Familie. Leucobryaceae.

Der vorigen Familie sehr nahestehend, besitzen sie keinen Zentralstrang in Stämmchen und Blättern, welche denen der *Sphagnaceae* im Bau ausserordentlich ähnlich sind. — Die Arten der Gattung *Leucobryum* sind feuchtigkeitsliebende, dichte Polster bildende, ansehnliche Fomen, *L. glaucum* ist aber auch in trockenen Nadelwäldern verbreitet; es bringt ziemlich selten Kapseln hervor. Ausserdem zahlreiche Arten in den Tropen.

14. Familie. Pottiaceae.

Kleine und mittlere, rasenbildende Moose, deren Blätter nur aus parenchymatischem Zellgewebe aufgebaut sind. Die Kapsel ist meist regelmässig, aufrecht, selten etwas geneigt, mit cylindrischem Halsteil; das Peristom fehlt oder besteht aus 16 kurzen Zähnen; die Haube ist meist kappenförmig. — Von den zahlreichen, hiehergehörigen Gattungen sind vor allem *Barbula* (z. B. *B. convoluta* auf Sandboden) und *Tortula* (z. B. *T. muralis* und *T. subulata* auf Sandstellen und Mauern) zu erwähnen, von denen einzelne Arten zu den gemeinsten Moosen gehören.

15. Familie. Grimmiaceae.

Sie sind polster- oder rasenbildende Formen mit mehrreihigen, oft papillösen, im oberen Teile kleine, rundliche, chlorophyllreiche Zellen enthaltenden Blättern. Die Kapsel ist meist regelmässig, kugelig bis cylindrisch; das Peristom einfach oder doppelt; die Haube ist glockig oder mützenförmig, selten kappenförmig. — Diese Familie ist eine sehr artenreiche, doch besitzt kaum eine Art derselben allgemeinere Bedeutung.

16. Familie. Splachnaceae.

Sie sind dichte Rasen bildende Moose mit breiten, grosszelligen, lebhaft grünen Blättern. Die Kapsel ist meist langgestielt, sym-

metrisch, oft am Grunde mit einem grossen, gewöhnlich lebhaft gefärbten, kragen- oder kropfartigen Ansatz (Apophyse genannt); das Peristom ist einfach, mit 16 oder 32 Zähnen, die Haube mützen- oder kegelförmig. — Die Arten der Gattung *Splachnum* finden sich meist auf alten Rinderexkrementen in Gebirgen oder in arktischen Ebenen (z. B. *Sp. luteum*), dort oft ganze Flächen überziehend; bei uns kommt ziemlich selten *S. ampullaceum* vor.

17. Familie. Bryaceae.

Sie umfassen rasenbildende Moose mit meist glatten, aus parenchymatischen oder im oberen Teil prosenchymatischen Zellen zusammengesetzten Blättern. Die Kapsel hat meist eine lange Seta, fast stets ist sie birnförmig mit deutlichem Halsteil, seltener fast kugelig; meist ist sie mehr oder weniger hängend, weniger häufig aufrecht; das Peristom ist meist doppelt und die Haube kappenförmig. — Von den zahlreichen Gattungen sind am meisten erwähnenswert *Bryum* (z. B. *Br. capillare, B. argenteum, B. alpinum*) und *Mnium,* (vor allem *Mn. cuspidatum, Mn. undulatum* und *Mn. hornum*), deren Arten ausserordentlich häufig auftreten.

18. Familie. Polytrichaceae.

Sie enthalten rasenbildende Formen, die meist sehr ansehnlich sind, manche werden bis fusshoch. Die Kapsel steht auf langer, dünner Seta, die rund oder 4—6kantig ist; das Peristom ist einfach mit 16, 32 oder 64 scharfen Zähnen, die Haube meist mützenförmig, unten haarartig zerschlitzt. Die Arten der Gattung *Polytrichum,* vor allem *P. commune,* gehören zu den charakteristischsten Moosen von Heiden und trockenen Wäldern, sie finden sich jedoch auch nicht selten in Mooren (Fig. 62).



Fig. 62. *Polytrichum commune.* Rechts eine männliche Pflanze; in der Mitte eine solche, deren Kapsel noch von der filzigen Haube bedeckt ist, links eine Pflanze mit freier Kapsel. Natürl. Grösse. (Luerssen.)

19. Familie. Buxbaumiaceae.

Einzeln wachsende Formen mit sehr kurzen Stengeln, die Kapsel ist auffallend gross, schief eiförmig, das Peristom doppelt, die Haube klein und glatt. — *Buxbaumia aphylla* ist ein seiner Blattlosigkeit wegen auffallendes Moos in trockenen Nadelholzwäldern.

2. Unterreihe. Pleurocarpi.

Die Archegonien stehen in den Achseln der Blätter am Hauptstengel oder an Seitenzweigen, ohne

auf das Wachstum des Sprosses einen begrenzenden Einfluss auszuüben (vergl. Fig. 63).

20. Familie. Fontinalaceae.

Sie sind Wassermoose mit reich verzweigten und lang hinflutenden Stengeln und Blättern, die aus prosenchymatischen Zellen aufgebaut werden. Die Kapsel ist symmetrisch, mit doppeltem Peristom, deren innerstes ein schönes, oben offenes Gitterwerk darstellt; die Haube ist mützenförmig oder einseitig. — *Fontinalis antipyretica* ist ein in stehenden oder fliessenden Gewässern stellenweise häufiges Moos.

21. Familie. Leskeaceae.

Sie sind entweder rasig wachsende oder polsterbildende Moose. Die Blätter sind vielreihig, allseitig entwickelt oder mehr oder weniger einseitswendig, sie bestehen aus parenchymatischen Zellen und sind auf der Oberfläche papillös oder warzig, oft mit Mittelrippe versehen. Die Kapsel ist symmetrisch oder asymmetrisch mit doppeltem Peristom, die Haube kappenförmig. — Von den zahlreichen hiehergehörigen Gattungen sei *Thuidium* angeführt, deren Arten besonders in den Tropen sehr verbreitet sind, aber zum Teil auch bei uns auftreten, wie z. B. *Th. tamariscinum, Th. delicatulum* u. s. w.

22. Familie. Hypnaceae.

Die Blätter sind allseitswendig, oder 2zeilig, oder 1zeilig, glatt und aus prosenchymatischen Zellen zusammengesetzt. Die Kapsel ist symmetrisch oder asymmetrisch, übergeneigt, gekrümmt, sie steht auf langer Seta und hat quadratischen Querschnitt. Das Peristom ist doppelt, das innere dünnhäutig, die Haube kappenförmig. — Diese Familie ist eine der grössten unter den gesamten Moosen. Sehr viele Gattungen sind weit verbreitet, so *Hypnum*, dessen Arten sich in den Tropen wie bei uns überaus häufig finden und auf trockenem wie feuchtem Boden vorkommen. Andere Gattungen sind wieder auf bestimmte Gebiete beschränkt. So finden sich einige mit ausserordentlich grosser Artenzahl nur in den Tropen. — Besonders hervorzuheben sind *Hypnum stellatum, H. giganteum, H. cuspidatum* auf Sumpfboden, *H. cupressiforme* häufig an Baumstämmen. *Brachythecium popuneum* an Stämmen alter Bäume (Fig. 63). *Hylocomium splendens* auf Waldboden.


Fig. 63. *Brachythecium populeum.* Nat. Gr. (LUERSSEN.)

II. Unterabteilung. Pteridophyta. (*Gefäss-* oder besser *Leitbündel-Kryptogamen.*)

Auch bei ihnen müssen wir zwei Generationen unterscheiden: eine geschlechtliche (proembryonale), welche ein thalloidisches Prothallium darstellt und eine ungeschlechtliche (embryonale), welche als Produkt einer geschlechtlichen Vermischung stets eine kormophytische Pflanze ausmacht. Die letztere erzeugt endogene echte Wurzeln, während die erste durch Rhizoiden am Substrate befestigt wird. An dem Prothallium oder Vorkeime entwickeln sich Archegonien von der oben (p. 144) beschriebenen oder von wenig abweichender Form und Antheridien von mannigfacher, oft weitgehend reduzierter Form und Bildung, in denen die Spermatozoidien erzeugt werden. Die ungeschlechtliche Generation ist eine oft sehr umfangreiche, hoch differenzierte, seltener einfacher gebaute kormophytische Pflanze, welche in der frühesten Jugend mittels eines Fusses dem Prothallium eingesenkt ist und ein oder zwei Primärblätter (Kotyledonen) treibt; die Primärwurzel stirbt bald ab oder entwickelt sich nur wenig kräftig und wird durch adventive ersetzt. Die Sonderung der Gewebe ist weit vorgeschritten, sie erinnert vielfach an die der Monokotyledonen. Die Leitbündel sind fast ausnahmslos geschlossen, daher findet ein sekundäres Dickenwachstum nicht statt; sie sind konzentrisch gebaut, d. h. das Hadrom, welches hauptsächlich aus Treppentracheiden besteht, wird von dem Leptom umschlossen; wirkliche Gefässe (*Adlerfarn*), sowie das Vorkommen eines Verdickungsringes (*Isoetes*) gehören zu den seltensten Ausnahmen. Die kapselförmigen, häufig aufspringenden Sporangien sind fast ausnahmslos blattbürtig und werden von den einen Autoren, da sie epidermalen Ursprungs sind, den Trichomen homolog gesetzt, während sie andere für besondere, nicht weiter zu homologisierende Organe ansehen. Sie stehen meist auf der Unterseite von Blättern (Sporophylle), seltener in den Achseln derselben oder an der Achse. Die Sporophylle erfahren bei massenhaftem Auftreten der Sporangien zuweilen weitgehende Umbildungen; die Sporen werden im Zentrum durch Tetradenbildung erzeugt und sind von einer Tapetenschicht umgeben; sie sind entweder gleichgestaltet, oder dieselbe Art bringt kleine, männliche, sehr zahlreich in dem Sporangium befindliche Mikrosporen und wenige, grosse, weibliche Makrosporen hervor. Unter Apogamie versteht man das Verhältnis, demzufolge aus dem Prothallium und zwar aus dem dickeren Gewebe desselben unmittelbar eine neue Pflanze durch Sprossung, ohne dass die Befruchtung eines Archegoniums stattgefunden hat, entsteht (z. B. bei *Aspidium Filix mas* var. *cristatum, Pteris cretica, Isoetes*); Aposporie ist dagegen die auch bei den Moosen erwähnte Erscheinung, dass aus einem Teile der Pflanze ein Prothallium gebildet wird, an dem nach erfolgter Befruchtung aus einem Archegon eine neue Pflanze sich entwickelt.

I. Reihe. Filicales.

Sie sind ausdauernde, sehr selten 1jährige Stauden mit kriechender oder gestauchter Grundachse, die in der Regel spärlich oder gar nicht verzweigt ist; seltener sind sie hohe Bäume mit endständiger, grosser und schöner Blattkrone, welche ihnen die Tracht von Palmen verschafft. Die Blätter sind allermeist spiralig angereiht (nur bei einer fossilen Gruppe sind sie 2zeilig gestellt), sehr selten sind sie ganz, meist sind sie kompliziert fiederig oder fiederteilig zusammengesetzt, in der Jugend sind sie gewöhnlich spiralig eingerollt; auf ihrer Rückseite, manchmal dem Rande sehr genähert, seltener auf dem Rande sitzen die Sporangien und bilden häufig regelmässige Gruppen (Sori); die Sporophylle sind niemals zu endständigen Gruppen (Blüten), durch welche ein Achsenabschluss bedingt wird, vereinigt; sehr selten findet sich ein regelmässiger Wechsel von sterilen und fertilen Blättern (*Onoclea Struthiopteris*).

1. Unterreihe. Filices. *(Farnkräuter.)*

Die Sporen sind alle gleich gestaltet (isospore Filicales); aus ihnen entwickelt sich ein Vorkeim, der entweder Antheridien und Archegonien oder nur eins von beiden erzeugt (Fig. 65). Die Spermatozoiden sind fadenförmig, pfropfzieherartig gewunden und an der einen Kante des Vorderendes gewimpert; sie schleppen häufig am Hinterende einen Plasmarest mit sich; ihr Eindringen in das Archegon wurde zuerst von allen Pteridophyten beobachtet, die Verschmelzung mit der Eizelle ist sicher wahrgenommen worden. Der Embryo entwickelt einen Kotyledon; die Blätter sind in der Jugend spiral eingerollt; die Spindeln sind gleich den Stämmen nicht selten mit skariösen oder weichen, meist flächenförmigen Spreuschuppen bedeckt. Die Sporangien entstehen entweder aus einer Zelle der Oberhaut (*Leptosporangiaten*) oder aus einem Zellkomplexe (*Eusporangiaten*); sie sind meist mit einem Ring aus verdickten und dunkel gefärbten Zellen versehen (Annulus), welcher bei dem Aufreissen eine wichtige Rolle spielt; gewöhnlich sind sie auf den Nerven in regelmässige Gruppen (Sori) zusammengestellt. Nicht selten ist ein Schleier oder Indusium, d. h. eine hautartige Wucherung der den Soris benachbarten Blattfläche, welcher mit charakteristischer Form und Anheftung die Sporangiengruppen bedeckt und für die Systematik sehr wichtig geworden ist; Paraphysen, d. h. haarförmige Organe zwischen den Sporangien kommen vor.

Die Achse ist zuweilen sehr kräftig und fest; sie wird von im Querschnitte häufig hufeisenförmigen Leitbündeln durchzogen, welche von einer ungemein widerstandsfähigen Scheide aus dunkelgefärbten sklerotischen Zellen umgeben werden. Die kriechenden Stämmchen mit verlängerten Internodien sind stets dorsiventral gebaut, wobei die seitlichen Blätter nach der Rückenseite hin stark konvergent

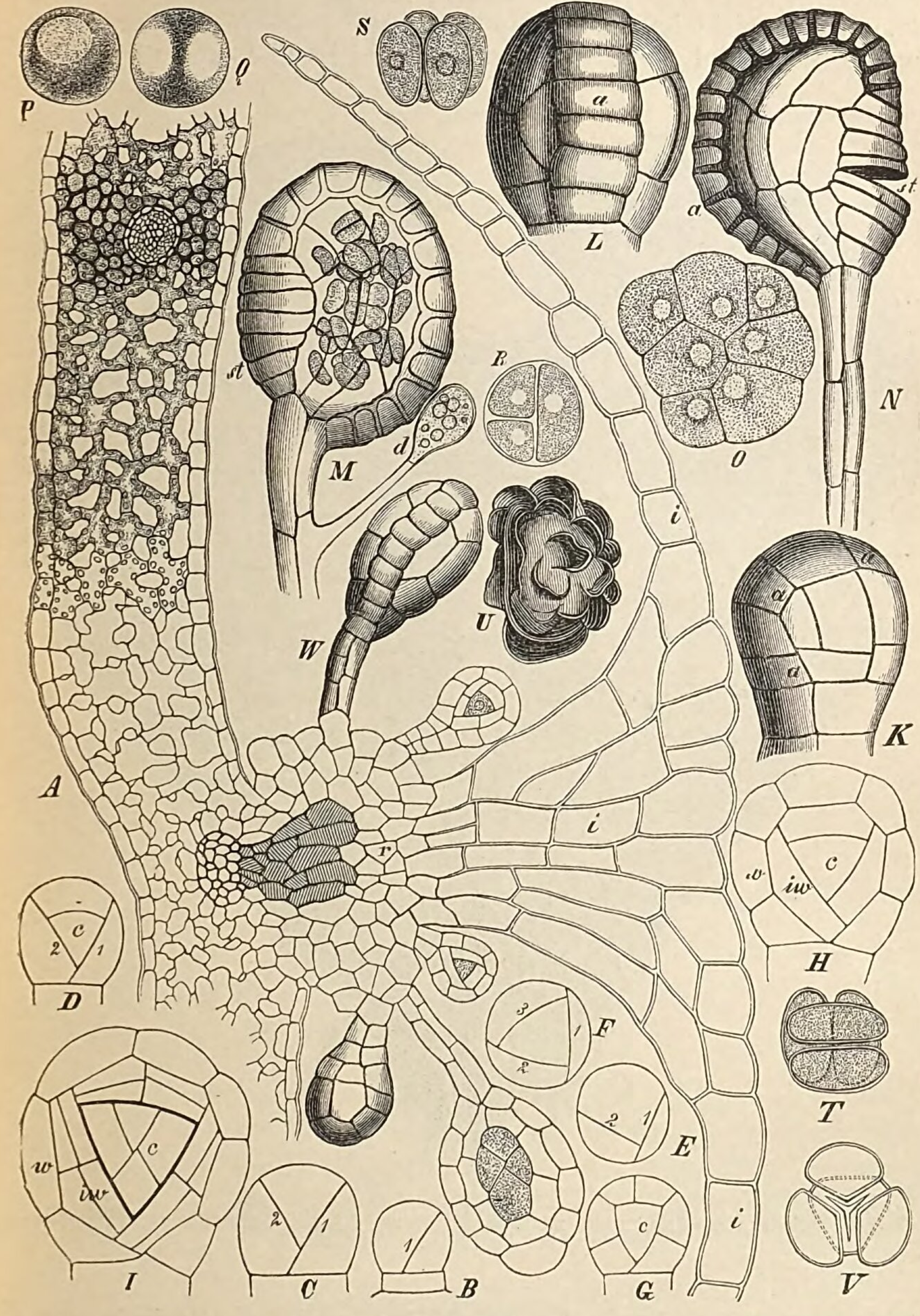


Fig. 61. *A* Querschnitt durch ein Blattfiederchen von *Aspidium Filix mas* (Vergr. 100); *W* Ein Sporangium unter dem Schleier *i*. — *B—J* Zellteilungsfolge bei der Anlage des Sporangiums bis zur Ausbildung des sporenbildenden Zentralgewebes (A r c h i s p o r), 350mal vergr. — *K* Junges Sporangium von *Nephrolepis exaltata* im Begriff, den Ring *(a)* auszugliedern. — *L* Sporangium von *Blechnum occidentale* mit Ring. — *M—U Asp. Filix mas; M* Sporangium mit Tetraden; *N* aufgesprungenes Sporangium, *d* Paraphyse, 120—425mal vergr.; *O* Sporenmutterzellen; *P—T* Tetraden-, d. h. Sporenbildung; *U* reife Spore; *V* Tetrade mit Tetraederstellung. (Luerssen.)

aufgestellt sind; die nicht übermässig reichliche Bildung von Seitenknospen ist nicht immer, wie so häufig bei den höheren Gewächsen, an die Blattachsel gebunden. Bemerkenswert ist eine üppige Knospen-

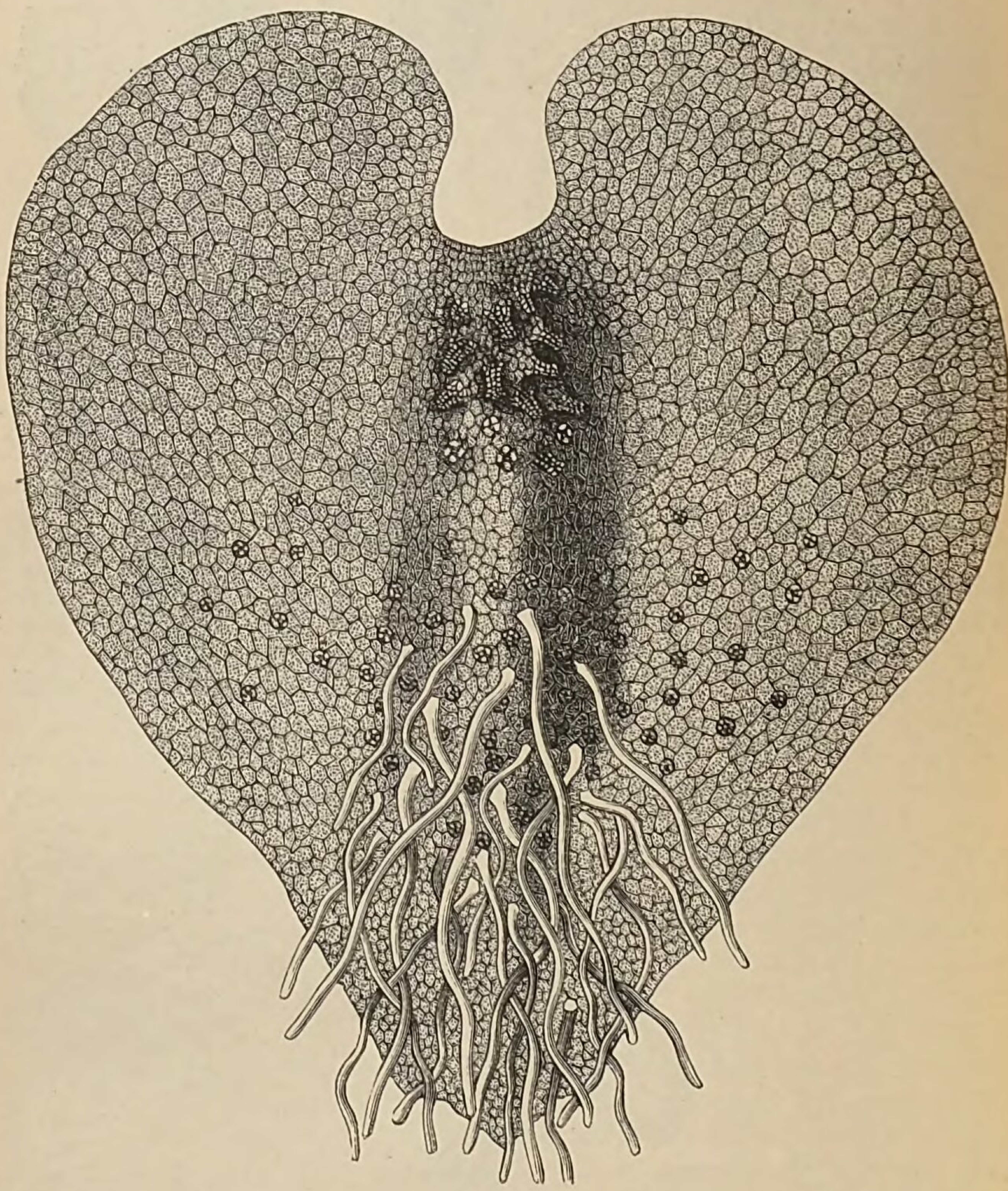


Fig. 65. Vorkeim eines Farnkrautes mit Archegonien (nahe der Einbuchtung) und Antheridien (zerstreut auf der Fläche). (LUERSSEN.)

bildung aus den Blättern mancher Farne, z. B. von *Asplenium Belangeri* u. s. w. Die Zahl der Farnkräuterarten, welche hauptsächlich in den wärmeren Gegenden gedeihen, wird auf über 4000 geschätzt; auch einzelne gemässigte Landstriche sind sehr reich daran, z. B. hat Neuseeland unverhältnismässig viele Arten.

1. Gruppe. Planithallosae.

Der Vorkeim ist oberirdisch, meist herzförmig, seltener algenartig (*Hymenophyllaceae*) oder geschlitzt (*Vittaria* mit Brutknospen); nur dort, wo die Generationsorgane sitzen, ist er mehrschichtig. Neben der durch die Sporangien zuweilen bedingten Zweigestaltigkeit der Blätter gibt es noch eine andere Dimorphie bei epiphytisch lebenden tropischen Farnen, indem dort mit starkem Nervengerüst versehene kurze Nischenblätter (*Polypodium quercifolium*) oder an der Basis stark verdickte Wassergewebe führende Blätter (*Platycerium alcicorne*) neben den oft viel grösseren, hauptsächlich assimilierenden und zu Sporophyllen sich entwickelnden Phyllomen auftreten; die ersteren dienen hauptsächlich, wie auch die zweiten als Humussammler- oder Bildner; in den Hohlräumen zwischen und in ihnen leben häufig Ameisen. Der Ring ist stets, wenn auch zuweilen in sehr reduzierter Form, vorhanden. Die Sporangien sind immer, und meist sehr zahlreich, in Sori zusammengestellt und allermeist von einem Schleier, an dessen Stelle auch der Blattrand treten kann, bedeckt. Vergl. Fig. 64.

A. Sporangien an einem stiftförmigen, über den Blattrand tretenden Receptaculum, einer Verlängerung des Nerven.
1. Familie *Hymenophyllaceae*.

B. Sporangien auf der Blattfläche.

a) Sporangien gestielt, Ring vertikal, Sporangium quer aufreissend. 2. Familie *Polypodiaceae*.

b) Sporangien sitzend.

α) Ring schief, Sporangium quer aufspringend, Schleier in der Jugend geschlossen.
3. Familie *Cyatheaceae*.

β) Ring transversal geschlossen, Sporangien zu wenigen gruppiert, senkrecht aufspringend.
4. Familie *Gleicheniaceae*.

γ) Ring endständig geschlossen, Sporangien viele, senkrecht aufspringend. 5. Familie *Schizaeaceae*.

δ) Ring rudimentär, aus wenigen, unter dem Scheitel liegenden Zellen bestehend, Sporangien senkrecht aufspringend. 6. Familie *Osmundaceae*.

1. Familie. Hymenophyllaceae.

Sie schliessen sich in der Bildung des zarten, meist aus einer Zellschicht gebildeten Laubes, welches der Spaltöffnungen entbehrt, und in der Entwickelung des fadenalgenähnlichen Vorkeims an die Moose an. Sori an einer stiftförmigen Verlängerung des Nerven an

den Laubenden, von einem becherförmigen oder 2klappigen Schleier umgeben. Sporangien sitzend, mit vertikalem Ringe, längs aufspringend. — Kleine, oft epiphytische Kräuter mit fadenförmigem Stamme. Von den beiden wichtigsten Gattungen *Hymenophyllum* mit zweiteiligem, und *Trichomanes* mit röhrenförmigem Schleier sind mehr als je 100 Arten aus den Tropen beider Hemisphären beschrieben worden; davon wächst *H. tunbridgense* noch in Europa (England, Frankreich, Korsika, Italien, Tirol und sächsische Schweiz), ist aber

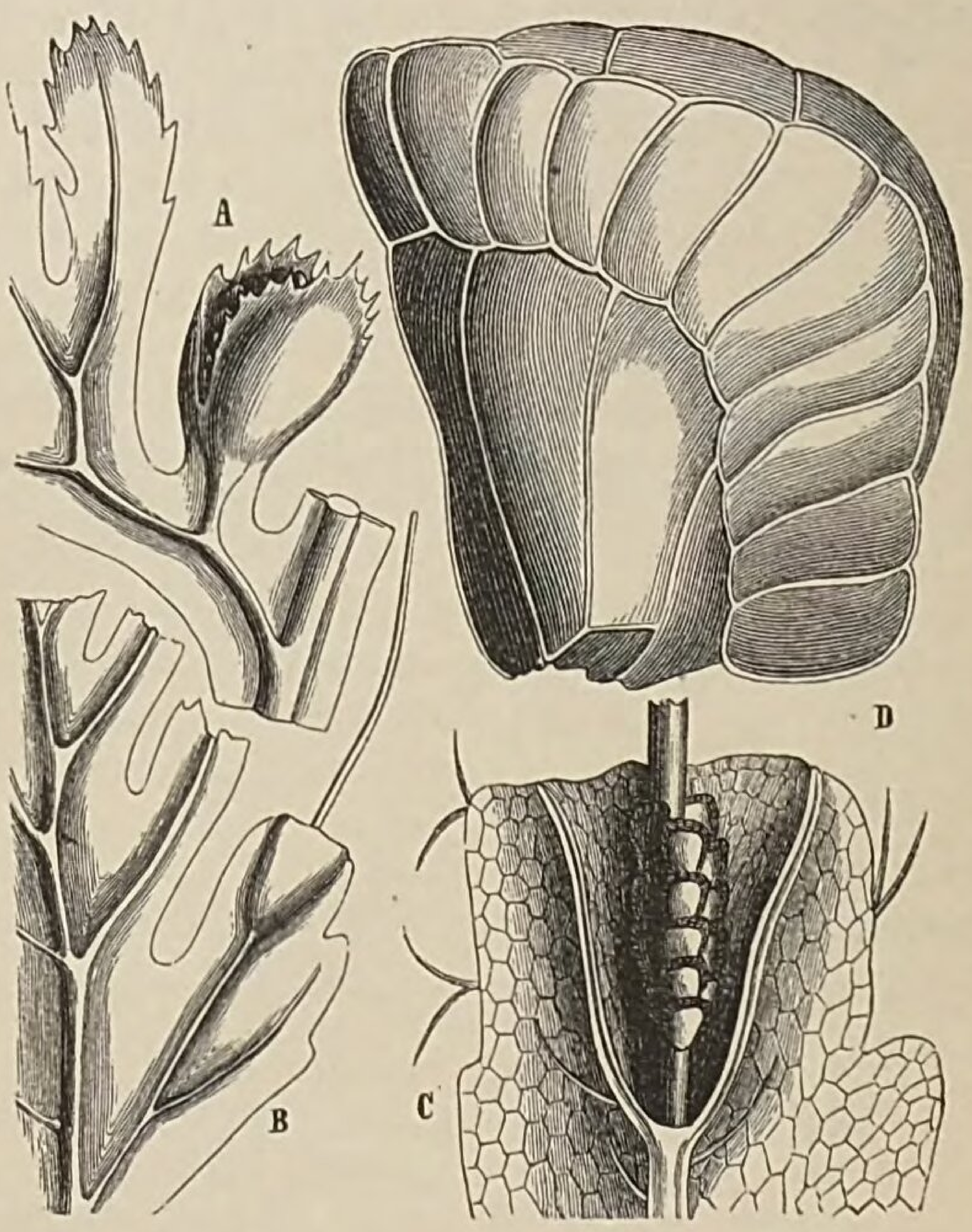


Fig. 66. *A Hymenophyllum tunbridgense*, Teil eines Blattes mit dem Sorus, von dem 2klappigen Schleier umschlossen. — *B Trichomanes alatum* mit dem becherförmigen Schleier, der von dem Receptaculum überragt wird. — *C* Dasselbe im Längsschnitte. — *D Tr. crispum*, Sporangium. (Luerssen.)

sonst in vielen Formen über die ganze Erde zerstreut; *Trichomanes radicans* hat eine ähnliche Verbreitung über die wärmeren Gebiete der Erde; in Europa findet es sich in Irland, Wales und Spanien.

Alles, was von *Hymenophyllaceae* aus den paläozoischen Schichten beschrieben worden ist, bleibt bis heute sehr zweifelhaft, auch *H. Weissii* aus den Kohlenlagern von Saarbrücken ist den Sporangien nach nicht bekannt. Die Verbreitung mehrerer lebender Arten über beide Hemisphären liesse erwarten, dass sie wenigstens in dem Tertiär vorkommen sollten, doch hat man mit Ausnahme eines Fragmentes aus dem Obereocän von Aix nichts Hiehergehöriges gesehen. Das zarte Laub mit den leicht vergänglichen

und hinfälligen Sori scheint für die Erhaltung äusserst ungünstig gewesen zu sein.

2. Familie. Polypodiaceae.

Sporangien gestielt auf der Rückseite der Blätter, mit einem senkrechten Ringe; sie springen quer mit einer Spalte auf und bilden verschieden gestaltete, nackte oder mit einem Schleier verhüllte Sori. Die sehr mannigfachen Formen der Sporangienverteilungen sind auf Fig. 67 dargestellt.

a) Die *Davallieae* besitzen einen Schleier, der am Grunde breit befestigt, an den Seiten frei ist, Sori randlich. Ausser der besonders in den Tropen der alten Welt und in Australien mit über 100 Arten verbreiteten Gattung *Davallia,* von welcher nur *D. canariensis* in Spanien, Nordafrika und Makaronesien vorkommt, gehört hieher die in den paläarktischen Gebieten entwickelte Gattung *Cystopteris*, von der *C. fragilis* fast auf der ganzen Erde von Island bis Neuseeland gedeiht.

b) Die *Pterideae* kennzeichnen sich durch einen Schleier, der aus dem umgeschlagenen Blattrande oder einer häutigen Excrescenz in der Nähe desselben gebildet wird; die Sori stehen randlich und die Haare sind flächenförmig. Die Gattung *Adiantum* umfasst ungefähr 100 Arten, die hauptsächlich den Tropen angehören; in Europa hat nur *A. capillus Veneris* eine weitere Verbreitung und erreicht in Tirol noch die deutsche Flora in weiterem Sinne, ist aber sonst in den wärmeren, gemässigteren und tropischen Gegenden der ganzen Erde vorhanden. *Cheilanthes fragrans* erreicht mit *Ch. Szovitsii* ebenfalls noch die äussersten Grenzen jenes Gebietes. *Cryptogramme crispa* (*Allosurus crispus*), eine monotypische Gattung, nur durch die Verschiedenheit der fertilen und sterilen Wedel gekennzeichnet, ist in den gesamten paläarktischen Regionen verbreitet und geht bis in die europäischen Mittelgebirge, sowie in den Himalaya. Die Gattung *Pteris* hat ebenfalls über 100 Arten, die in den gemässigten und wärmeren Gegenden der Tropen gedeihen. Von den in beiden Hemisphären wachsenden Arten erreichen *Pt. cretica* und *P. longifolia* Europa, die erstere dringt noch bis in die Schweiz vor. Beide werden häufig kultiviert.

c) Die *Lonchitideae* unterscheiden sich hauptsächlich durch Haare, welche aus einer Zellreihe bestehen. *Pteridium* mit *P. aquilinum* wird auf Grund des doppelten Schleiers jetzt von Pteris abgetrennt. Der Adlerfarn ist über die gemässigten und warmen Gegenden der ganzen Erde verbreitet; das Rhizom dient auf Neuseeland als Nahrungsmittel.

d) Die *Aspleneae* haben einen Schleier, der vom Rande gesondert und seitenständig ist. Sori linienförmig.

Blechnum ist eine Gattung mit etwa 80 Arten in beiden Hemisphären und hat gleich- oder verschiedengestaltige, fruchtbare Wedel. *B. spicant*, mit heterophyllen Blättern, findet sich in der paläarktischen Zone und geht bis Japan und Madeira; *B. volubile*

mit windenden, zuweilen bis 10 m langen Blättern, im tropischen Amerika. *Scolopendrium vulgare* mit ganzrandigen Blättern, die an der Spitze zuweilen gabelteilig und kraus sind, im gemässigten

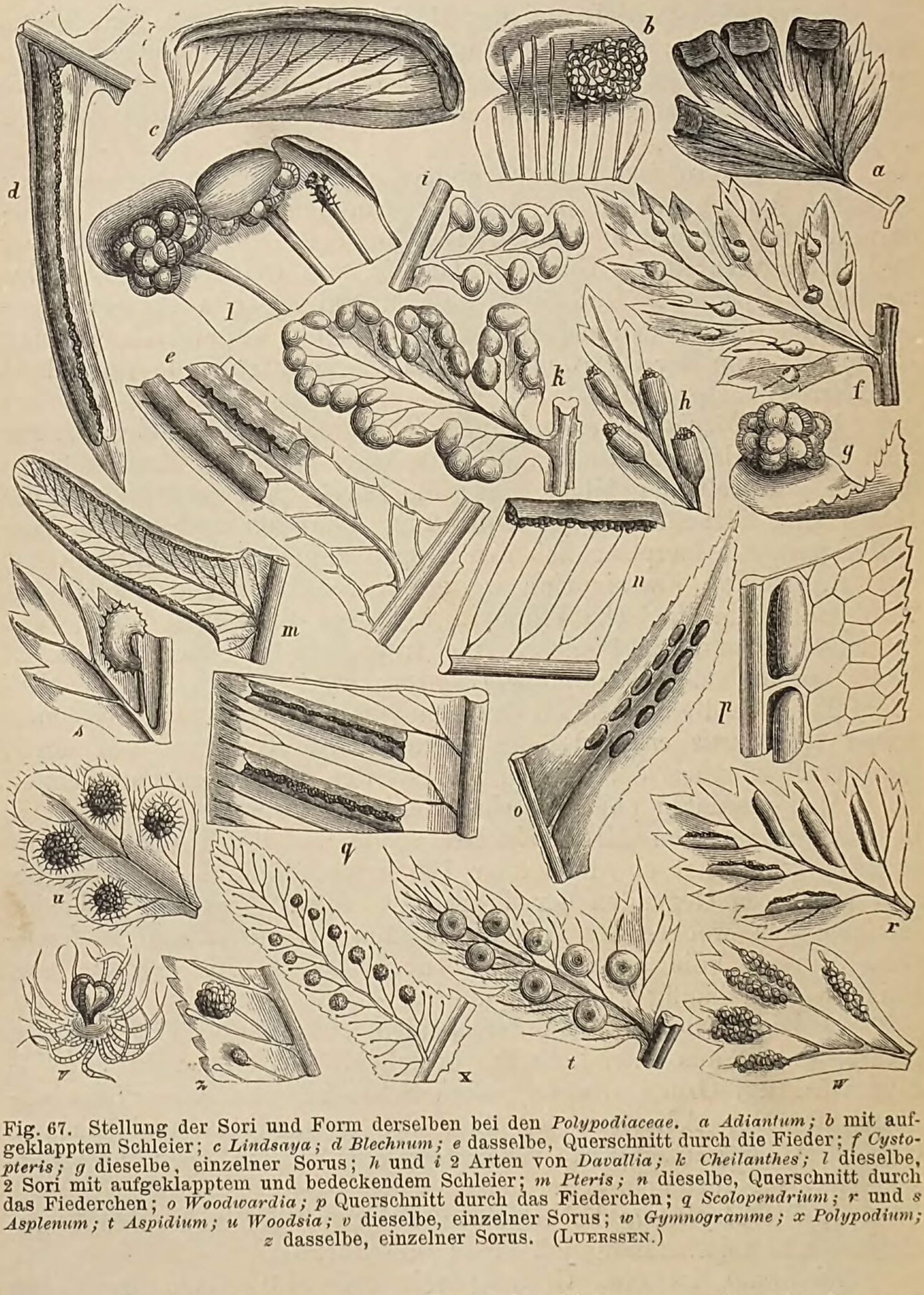


Fig. 67. Stellung der Sori und Form derselben bei den *Polypodiaceae*. *a Adiantum*; *b* mit aufgeklapptem Schleier; *c Lindsaya*; *d Blechnum*; *e* dasselbe, Querschnitt durch die Fieder; *f Cystopteris*; *g* dieselbe, einzelner Sorus; *h* und *i* 2 Arten von *Davallia*; *k Cheilanthes*; *l* dieselbe, 2 Sori mit aufgeklapptem und bedeckendem Schleier; *m Pteris*; *n* dieselbe, Querschnitt durch das Fiederchen; *o Woodwardia*; *p* Querschnitt durch das Fiederchen; *q Scolopendrium*; *r* und *s Asplenum*; *t Aspidium*; *u Woodsia*; *v* dieselbe, einzelner Sorus; *w Gymnogramme*; *x Polypodium*; *z* dasselbe, einzelner Sorus. (Luerssen.)

Europa, Asien und Amerika. *Ceterach officinarum* mit sehr kurzem Schleier, der unter reichlichen Spreuschuppen verborgen liegt, findet sich von Grossbritannien bis Makaronesien und Nordafrika, sowie

vom Kaukasus bis Syrien und Persien. *Scolopendrium hybridum,* in einem Exemplare auf Quarnero gesammelt und neuerdings erst wiedergefunden, ist nach Milde ein Bastard zwischen diesem und dem *S. vulgare,* während es sonst für eine besondere, *S. Hemionitis* verwandte Art gehalten wird. *Athyrium Filix femina* ist in vielen Formen an feuchten Waldstellen durch das ganze paläarktische Gebiet verbreitet, vereinzelt kommt es auch noch auf Java und in Peru vor. Von dem offizinellen *Aspidium Filix mas* ist es durch dünneres Rhizom, halblanzettlichen, zuweilen hakenförmig gekrümmten, gefransten Schleier und durch kahle oder nur mit schmalen Spreuschuppen besetzte Wedelstiele, sowie durch fast 3fach gefiederte Blätter verschieden. Bei *Ath. alpestre*, welches der subalpinen Region Europas und dem gemässigten Asien eigen ist, wird der Schleier rudimentär. Von der Gattung *Asplenum* sind über 300 Arten beschrieben worden; bei uns sind die häufigsten *Aspl. Trichomanes* mit vielen Formen; es ist durch starre und spröde, fast der ganzen Länge nach braune Wedelstiele gekennzeichnet, während *A. viride* eine weiche, nur unten dunkle Rhachis hat, beide Arten haben einfach gefiederte Blätter und finden sich gemeinschaftlich in der paläarktischen Zone, das erste kommt aber auch auf der südlichen Halbkugel vor. *A. septentrionale* mit 2—3fach geteilten Blättern und schmalen Zipfeln, hat eine Verbreitung ähnlich der von *A. viride*, dem sich auch *A. ruta muraria* mit breiteren Zipfeln anschliesst. Bastarde aus dieser Gattung sind in grösserer Anzahl gefunden worden, z. B. zwischen *A. Trichomanes* und *germanicum* = *A. Heufleri.*

e) Bei den *Aspidieae* ist der Schleier vom Rande gesondert, rundlich; Sori einzeln kreisförmig.

Die Gattung *Aspidium* ist eine der grössten unter den Farnkräutern, da aus den beiden Hemisphären über 400 Arten beschrieben worden sind; die meisten gehören den wärmeren Gegenden an, doch gibt es auch in Deutschland 8 Arten, von den *A. Filix mas,* kenntlich an dem dicken, durch die stehenbleibenden Wedelbasen zu einem bis über faustdicken Körper vergrösserten Rhizom, an den mit grossen Spreuschuppen besetzten Wedelstielen, den einfach gefiederten bis doppelt fiederschnittigen Blättern und dem nierenförmigen Schleier. Das *Rhizoma Filicis maris* ist heute noch offizinell. *Onoclea Struthiopteris* hat unter allen deutschen Farnen allein einen aufrechten, kurzen, oberirdischen Stamm; die fruchtbaren Wedel sind viel kürzer und haben einen gedrängteren Wuchs als die sterilen; die von einem zerschlitzten Schleier gedeckten Sori werden noch von dem Blattrande umgeben; gehört dem paläarktischen Gebiete beider Hemisphären an.

f) Die *Polypodieae* besitzen getrennte, kreisförmige oder längliche Sori; sie bilden die einzige Tribus, welche des Schleiers entbehrt.

Polypodium. Blattstiele am Grunde gegliedert; Sori kreisförmig ohne grundständige Hülle. Die grösste der Farngattungen, über 500 Arten umfassend, die jetzt in viele kleinere zerschlagen wird. In Deutschland nur *P. vulgare* mit dorsiventralem, die Blätter

auf der Oberseite tragendem, kriechendem Rhizome, wächst im paläarktischen Gebiete und ausserdem auf den Sandwichinseln. *Phegopteris* unterscheidet sich durch nichtgegliederte Wedelstiele. *P. Dryopteris* und *P. polypodioides* durch sehr zierliche Blätter ausgezeichnet, sind paläarktisch. *Woodsia*, kleine Farne enthaltend, ist durch eine unter dem Sorus sitzende, tief zerschlitzte Hülle gekennzeichnet; die beiden deutschen Arten *W. hyperborea* und *W. glabella* bewohnen die arktischen Gegenden und die Gebirge der gemässigten Gebiete der Alten Welt.

g) *Acrosticheae.* Sori über die ganze Unterseite des Blattes eine zusammenhängende Schicht bildend.

Acrostichum enthält über 150 Arten, die besonders in den Tropen wachsen. *Platycerium alcicorne* mit Wedeln, welche dem Geweihe des Elchhirsches ähnlich sehen, ist aus Australien und von den Seychellen bekannt. — Gerade die in der Gegenwart am meisten entwickelten, d. h. die grösste Zahl der Arten enthaltenden Gattungen haben bis heute keine deutlichen Reste aus der Vorzeit aufzuweisen; von *Polypodium* und *Pteris* hat man selbst im Tertiär keine Spuren entdecken können; dagegen sind von der Gattung *Woodwardia* in dem Miocän prachtvolle, auch fruktifizierende Wedel gefunden worden, die sich (*W. Roessneriana*) kaum oder überhaupt nicht (*W. radicans* var. *pliocaenica* aus Frankreich) von der noch an vereinzelten Orten Europas, häufig in Makaronesien wachsenden *W. radicans* unterscheiden. *Adiantum renatum* aus dem Miocän von Parschlug in Steiermark, stimmt wieder mit *A. reniforme* von Madeira überein. Die Gattung *Asplenum* hat man geglaubt bis in das Rhät (*A. Witbyense*) hinauf verfolgen zu können, namentlich meint man in der auf die Nervatur (s. u.) gegründeten Gattung *Cladophlebis* die Gattung *Asplenum* zu erkennen; die zu einer genauen Festsetzung nötigen Verhältnisse über die Soriverteilung und die Schleier sind aber doch wohl nicht ganz genügend deutlich, dass man mit Sicherheit die Gleichsetzung aussprechen könnte. Aus dem Tertiär dagegen (*A. subcretaceum* vom Eocän bei Sézanne), vielleicht sogar schon aus der oberen Kreide ist die Anwesenheit der Gattung verbürgt. Die Gattung *Aspidium* hat Al. Braun zuerst aus dem Miocän von Oeningen (*A. Filix antiquus*) bekannt gemacht.

3. Familie. Cyatheaceae.

Sporangien sitzend oder gestielt, gewöhnlich auf einem erhöhten Receptaculum, mit vertikalem oder schiefem Ringe, quer aufspringend, von einem geschlossenen, später aufspringenden Schleier umhüllt. Meist baumförmige Gestalten mit grossen, vielfach geteilten Wedeln.

Cyathea hat etwa 60 Arten in den Tropen beider Hemisphären, z. B. *C. arborea* (Fig. 68 e. f.) aus Westindien.

Alsophila ist die einzige Gattung in der Familie, welcher der Schleier fehlt; *A. australis* (Fig. a—d) bildet ausgedehnte Wälder

von Farnbäumen in Südaustralien; *Dicksonia antarctica* ist in Ostaustralien verbreitet und erreicht die beträchtliche Höhe von 10—12 m; die beiden letzten werden in unseren Palmengärten nicht selten

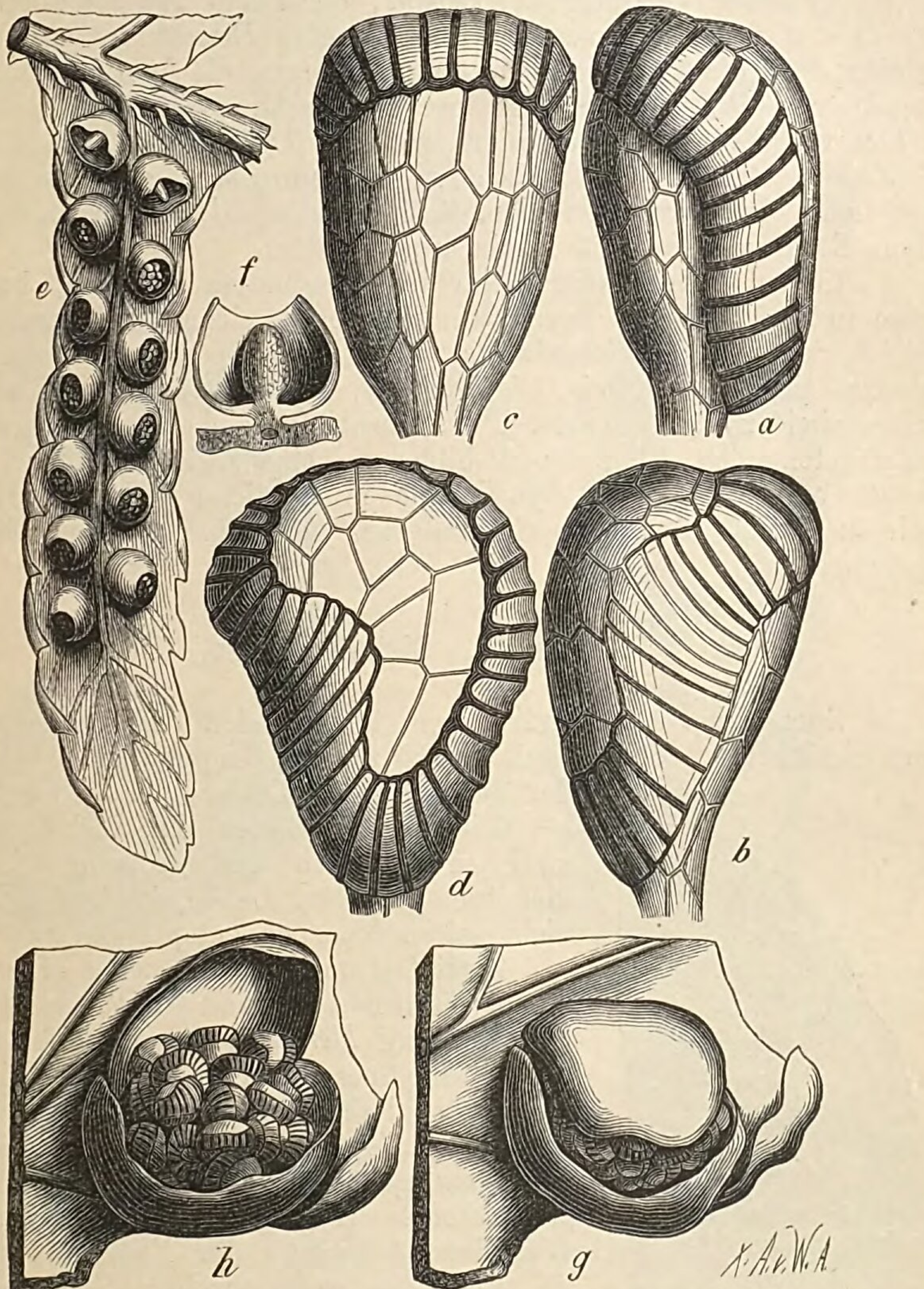


Fig. 68. *Alsophila australis.* *a—d* ein Sporangium, von verschiedenen Seiten gesehen (120 mal vergr.). — *e Cyathea arborea*, Fiederchen mit Sori; *f* der letztere nach Wegnahme der vorderen Indusiumhälfte und nach Entfernung der Sporangien, um das Receptaculum zu zeigen (5 mal vergr.). — *g* und *h Cibotium Schiedei* mit halb und ganz geöffnetem Sorus. (Nach Luerssen.)

kultiviert, ebenso *Cibotium Schiedei* (Fig. g h) aus Mexiko; *C. Barometz* aus Ostasien gibt in seinen braunen Spreuschuppen ein blutstillendes Mittel Penghawar Djambi.

Von fossilen Resten aus dieser Familie ist vor allem derjenige zu erwähnen, welcher als *Thyrsopteris Murrayana* aus dem braunen Jura von Sibirien beschrieben ist, der auch bei Scarborough vorkommt und auch sonst weit verbreitet ist. Die Gattung hat nur einen lebenden Vertreter, *T. elegans*, der allein auf der Insel Juan Fernandez wächst; trotz der relativ guten Erhaltung ist der Vergleich doch nicht sicher, neuerdings hat man die Sporangien wieder denen von *Osmunda* ähnlich gefunden. Die von Stur aus dem Kulm von Oesterreich-Schlesien erwähnte *Th. schistorum* sieht diesen Gestalten zwar ähnlich, bleibt aber, da sie nur steril gefunden worden ist, noch viel unsicherer. Die Gattung *Alsophila* ist fruchtend aus dem Eocän von Sézanne beobachtet worden.

In den mesozoischen Schichten, besonders im Rhät, kommen eine grosse Zahl von Farngattungen vor, welche Sori tragen, die gleich denen der *Gleicheniaceae* aus wenigen Sporangien zusammengesetzt sind (*Laccopteris, Clathropteris, Thaumatopteris* u. s. w.). Sie unterscheiden sich aber durch das Vorhandensein eines geschlossenen, schrägstehenden Ringes und bilden so eine Zwischenstufe, welche jene Familie mit den *Cyatheaceae* in ähnlicher Weise verbindet, wie dies heute durch die in Malesien verbreitete Gattung *Matonia* geschieht.

4. Familie. Gleicheniaceae.

Sporangien sitzend mit einem äquatorialen Ringe; sie reissen mit senkrechtem Spalte auf und sitzen in Gruppen zu 2—10 auf der Rückseite der Blätter; der Schleier fehlt. — Kriechende Kräuter mit dichotom verzweigten Stämmen und grossem, ebenfalls dichotom geteiltem Laube, in dessen Gabeln nicht selten Knospen entspringen.

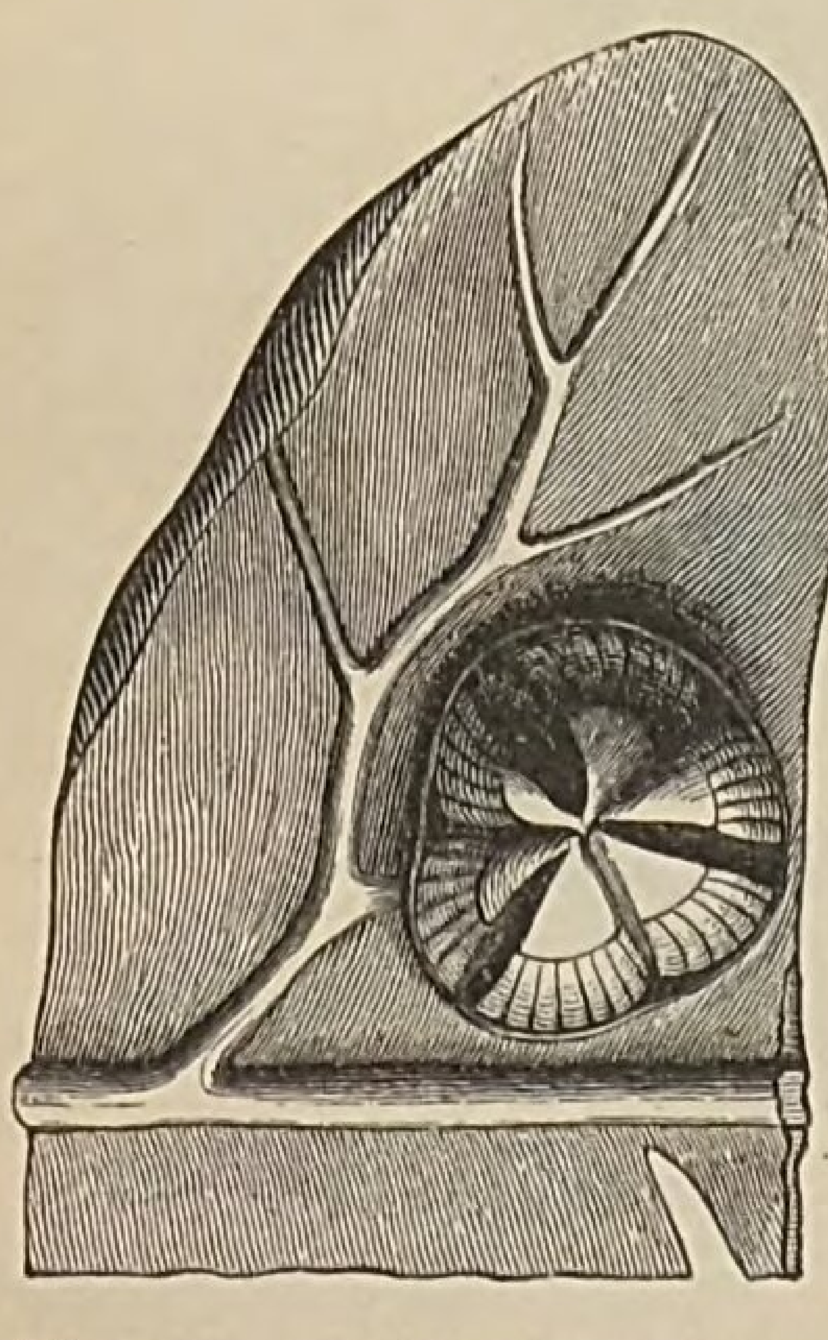


Fig. 69. *Gleichenia polypodioides*. Fieder mit einem trisporangiaten Sorus. (Nach Luerssen.)

Zwei Gattungen, von denen *Platyzoma* monotypisch ist, während *Gleichenia* (mit der Untergattung *Mertensia*) über 30 Arten begreift, die über die Tropen, zum Teil auch die subtropischen Gegenden beider Hemisphären und Australien verbreitet sind. *G. dichotoma* gehört beiden Erdhälften an; *G. polypodioides* (Fig. 69) ist südafrikanisch. Die ältesten Spuren der Familie begegnen im Lias des veronesischen Gebietes (*Gl. elegans*); auch aus dem unteren Lias von Bengalen kennt man sie, nicht minder sind sie aus der Kreide von Grönland und Sachsen in mehreren Arten nachgewiesen worden. *Didymosorus comptoniifolius* aus der Kreide verbindet die beiden Untergattungen *Mertensia* und *Eugleichenia*.

5. Familie. Schizaeaceae.

Sporangien mit einem vollständigen, gipfelständigen, aus einer Zellreihe gebildeten Ringe; sie springen mit einer seitlichen Längsspalte auf (Fig. 70 u. 71).

Schizaea mit einfach gefiederten, fertilen Blättern, die Fieder nach oben gewendet; *Lygodium volubile* (Fig. 71) ist ein in dem tropischen Amerika weit verbreiteter, kletternder Farn, dessen Sporangien auf kätzchenbildenden Blättern einzeln sitzen. Die Gattung ist auch fossil entwickelt, z. B. gehört *L. cretaceum* (dem *L.*

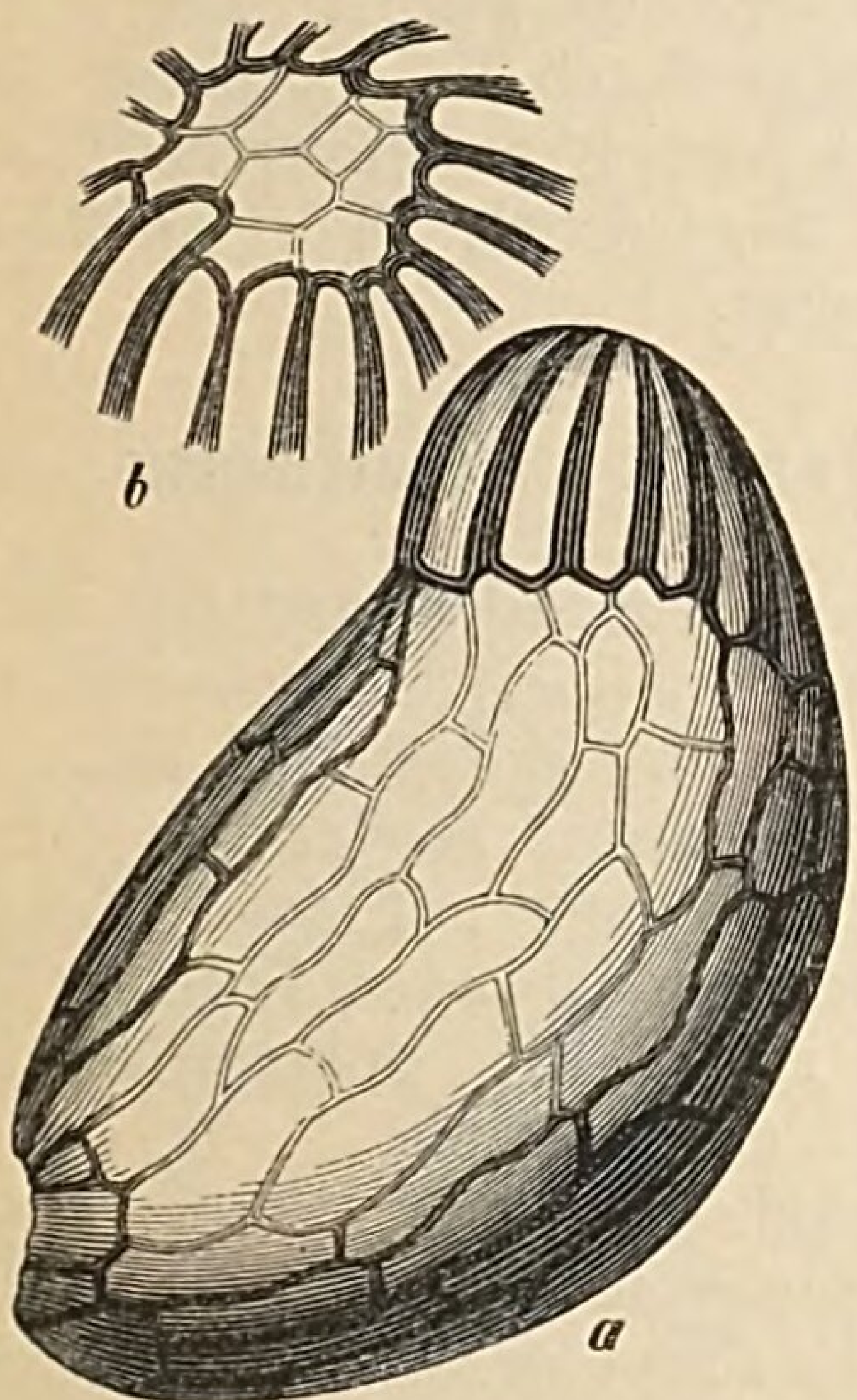


Fig. 70. *Aneimia phyllitides; a* Sporangium, *b* Ring, schräg von oben gesehen. (Luerssen.)

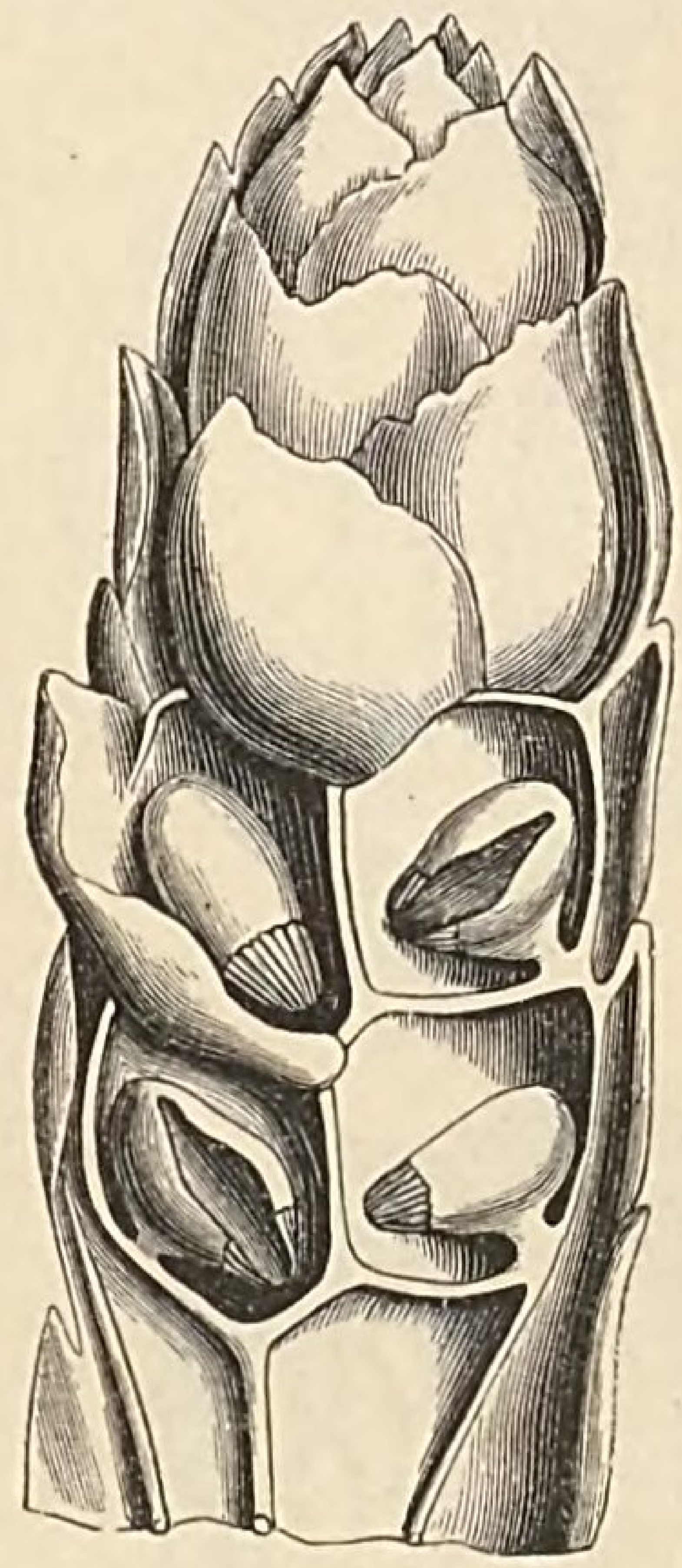


Fig. 71. *Lygodium volubile;* sporangientragendes Kätzchen, die Sporangien durch Längsspalt geöffnet. (Luerssen.)

palmatum, das bis Massachusetts in Nordamerika verbreitet ist, nahestehend) der Kreide von Aachen an; *L. Gaudinii* ist im Tertiär von Frankreich weit verbreitet.

6. Familie. Osmundaceae.

Die Sporangien sind sitzend oder sehr kurz gestielt, sie haben am apikalen Ende eine schiefe Gruppe verdickter Zellen und öffnen sich mit einem Längsspalte (Fig. 72).

Osmunda regalis ist weit über die Erde verbreitet; die Sporen tragende Region ist an der Spitze gegen die sterile abgesetzt, geht aber an den mittleren Fiedern allmählich in diese über. — *Todea rivularis* aus Australien bildet riesige Stöcke von mehreren Zentnern Gewicht.

Die Gattung *Osmunda* ist bereits aus der Kreide Grönlands nachgewiesen (*O. cretacea*); die *O. eocenica* von Gelinden ist von der japanischen Form der *O. regalis* nicht zu unterscheiden; vielleicht sind einige Arten von *Thyrsopteris* des Jura auch Osmunda-ähnliche Farne (s. o.); in der Gattung *Renaultia* hat man eine Uebergangsform zu den Marattiaceae erkannt, welche dem Karbon angehört; aus dem Lias von Neusüdwales ist eine *Todea* beschrieben worden; die älteste der Gattung zugerechnete Art ist *T. Lipoldii* aus dem Kulm von Mähren, deren Stellung aber nur durch die allerdings überraschende äussere Aehnlichkeit des Laubes bestimmt worden ist; Sporangien sind nicht bekannt.

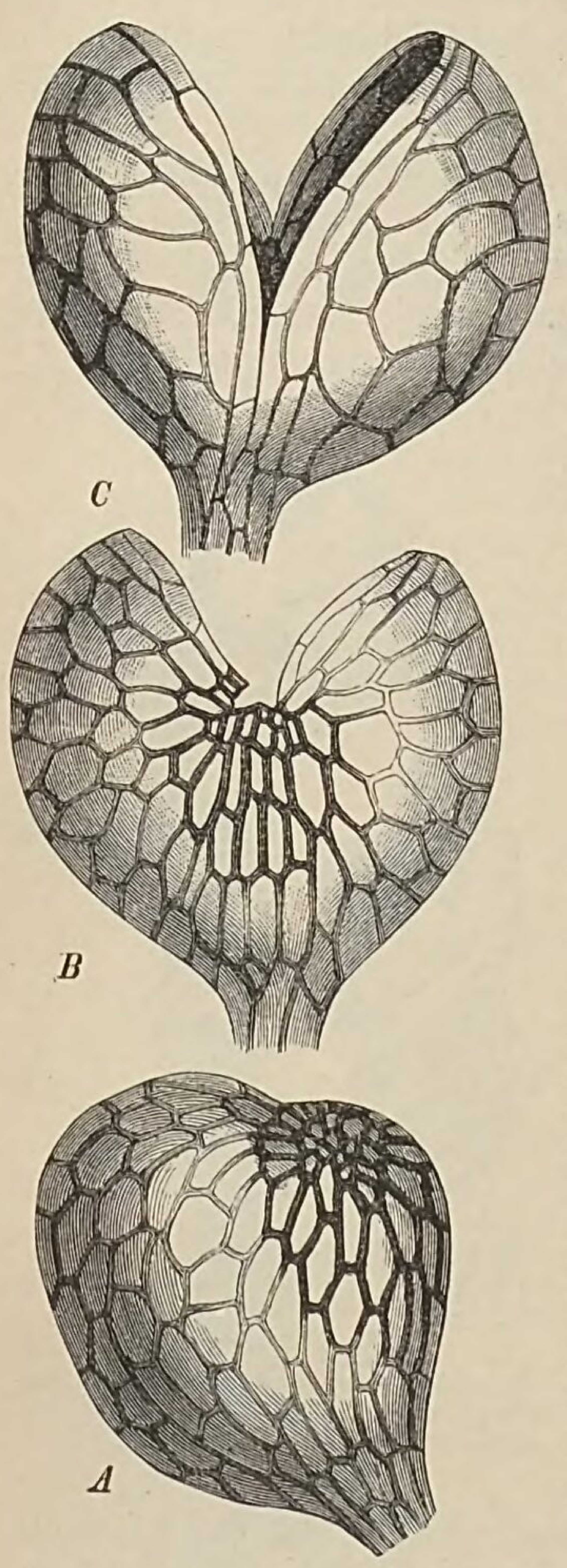


Fig. 72. *Todea barbara*; Sporangium, von verschiedenen Seiten betrachtet. (LUERSSEN.)

7. Familie. Marattiaceae.

Sie sind von allen anderen bisher behandelten Familien dadurch verschieden, dass sie ihre Sporangien nicht aus einer Oberhautzelle, sondern aus einem Komplexe derselben aufbauen (Fig. 73 *A—D*); bei den lebenden Formen fehlt der Ring stets; die Sporangien sind häufig sehr eng vereinigt.

Sie sind besonders für die Phytopaläontologie von der grössten Bedeutung, da die Farne der ältesten Perioden, zumal des Karbon, entweder direkt hieher gehören, oder sich doch eng an die Familie anlehnen. Wir unterscheiden folgende Tribus:

1. Tribus *Angiopterideae*. Die unverbundenen Sporangien stehen in zweireihigen Gruppen zu 8—15 in der unmittelbaren Nähe des Fiederchenrandes und springen durch innenwendige Längsspalten auf; sie besitzen ein gefranstes Involucrum. *Angiopteris evecta* (Fig. 74 *A*) ist ein grosswedeliger, ansehnlicher Farn mit dickem, kurzem Knollenstamm; sie ist vom Himalaya bis Japan, den Gesellschaftsinseln und andrerseits bis Madagaskar verbreitet. — *Angiopteridium Münsteri* (*Taeniopteris Münsteri*) aus dem Rhät ist jener Pflanze ganz auffallend ähnlich.

2. Tribus *Hawleeae*. Die Sporangien (Fig. 74 *B, C*) sind ebenfalls unverbunden; sie stehen zu vier kreuzweise, beiderseits der Nerven vorletzter Ordnung; sie springen innenseits längs auf und sind geöffnet kahnförmig. Sie sind nur fossil bekannt. *Hawlea* ist nur

aus dem produktiven Kohlengebirge bekannt und wurde, bevor man die Sporangien kannte, als Art von *Pecopteris* beschrieben, z. B. *P. Miltonii* aus dem mittleren Karbon von Saarbrücken; *P. Bucklandii*

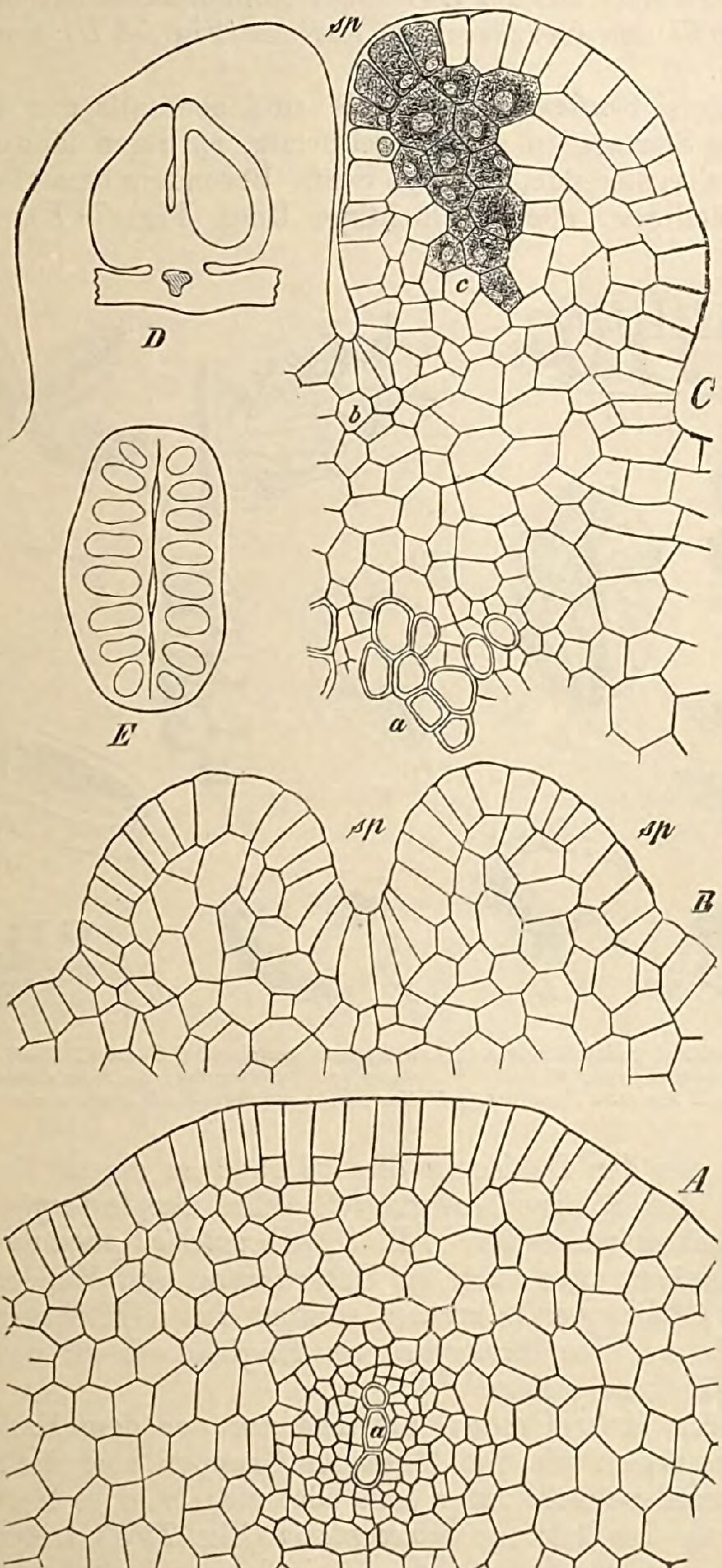


Fig. 73. *Marattia cicutifolia*. *A* Anlage des Sporangiums durch Teilung mehrerer Epidermiszellen; *B* und *C* weitere Entwickelung; *D* und *E* reife Sporangien im Längs- und Querschnitte. (LUERSSEN.)

aus dem englischen Kohlengebirge von Bath. *Oligocarpia* unterscheidet sich durch kegelförmige, in einem Kreise oder in zwei konzentrischen Kreisen aufgestellte, oben etwas zusammengeneigte Sporangien; *O. Gutbieri* aus der Zwickauer Kohlenmulde hat einen mono-, *O. Brongniartii* aus französischem Karbon (Fig. 74 *D*) einen dicyklischen Sorus.

3. Tribus *Senftenbergieae.* Sie sind ebenfalls nur fossil bekannt. Ihre Sporangien sind kegelförmig, springen längsspaltig auf und bilden alternierende, 2zeilige Sori. Besonders bemerkenswert ist ein gipfelständiger, aber 3schichtiger Ring (Fig. 74 *E*), welcher in

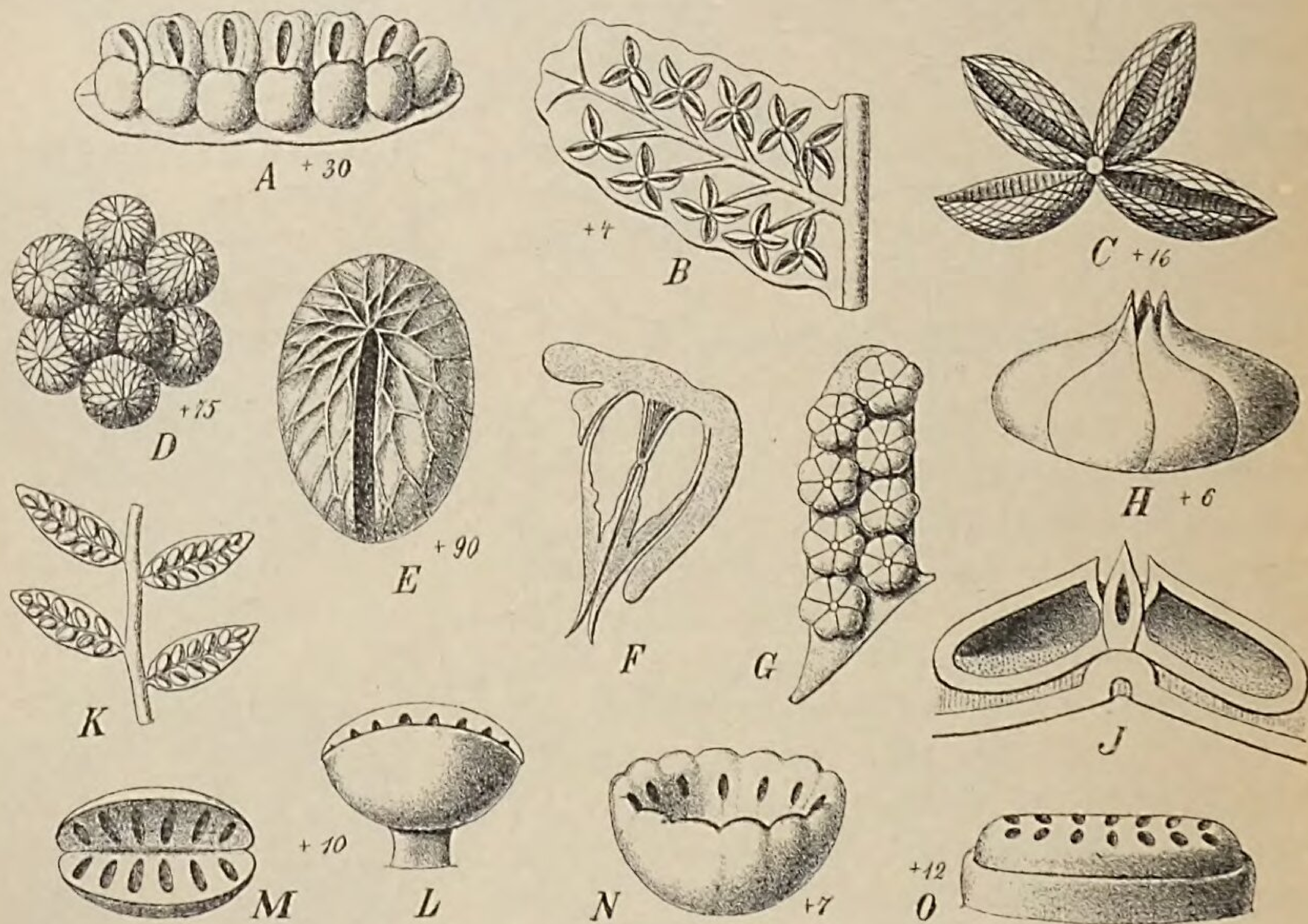


Fig. 74. Sporangien der Marattiaceae: *A Angiopteris evecta; B, C Hawlea Miltonii; D Oligocarpia Brongniartii; E Senftenbergia elegans; F Scolecopteris polymorpha; G—J Asterotheca Sternbergii; K—M Marattia Kaulfussii; N Kaulfussia aesculifolia; O Danaea alata.*

Verbindung mit der Dehiscenz diese Tribus zu einem Verbindungsgliede nach den Schizaeaceae macht; echte *Senftenbergieae* sind im mittleren Karbon verbreitet, z. B. *S. (Pecopteris) plumosa* von Saarbrücken, Zwickau, aber auch im Unterkarbon von Waldenburg tritt sie auf; *S. (Sphenopteris) crenata* stammt aus Whitehaven in England; *S. exilis* aus dem Braunjura von England scheint den Schizaeaceae noch näher zu stehen.

4. Tribus *Asterotheceae.* Sie sind nur aus dem Karbon fossil bekannt. Bei ihnen, wie den folgenden Gruppen sind die Sporangien mehr oder minder direkt unter sich oder mittels eines Receptaculums verbunden. In der Gattung *Scolecopteris* (Fig. 74 *F*) treten 4 kreuzweise verbundene, am Grunde durch ein kurzes Stiftchen zusammengehaltene Sporangien zu einem Sorus zusammen; sie sind nach oben zugespitzt, verlängert und springen mit innenwendiger Längsspalte auf.

S. (*Pecopteris*) *arborescens* ist eine in allen Kohlenrevieren Europas und Amerikas gemeine, altbekannte Art; auch die anderen Arten, z. B. *S. polymorpha, S. Cyathea* haben Pecopterisnervation. — *Asterotheca* besitzt mehr- (meist sechs-) sporangiate Sori, deren Sporangien spitz sind und das Receptaculum kaum überragen; *A.* (*Pecopteris*) *Sternbergii* ist aus dem mittleren Karbon Böhmens beschrieben worden; *A. Merianii* ist im Keuper nicht selten. Bei *Renaultia* mit *R.* (*Pecopteris*) *intermedia* von Grand-Croix sind die Scolecopteris-ähnlichen Sporangien mit Anhängseln versehen; ein rückenständiger rudimentärer Ring nähert sie den Osmundaceae.

5. Tribus *Marattieae.* Die Sori bilden 2klappige, bohnenförmige Körper mit oder ohne grundständiges Indusium; die beiden Hälften zeigen innenseitig mehrere Längsspalten, welche die Zahl der seitlich verbundenen Sporangien andeuten. Nur eine Gattung, *Marattia*, ist bekannt, bei der die Sporangien entweder sitzend (Sect. *Eumarattia* mit *M. fraxinea*, von Westafrika bis zu den Norfolkinseln und Queensland) oder gestielt sind (Sect. *Eupodium* mit *M. Kaulfussii* aus Südamerika). Fossil ist nichts aus der Tribus bekannt.

6. Tribus *Kaulfussieae.* Die Sporangien treten zu einem schüsselförmigen, rings geschlossenen, innen mit Spalten aufspringenden Körper zusammen. *K. aesculifolia* von Assam bis Malesien verbreitet ist die einzige Art; fossil kommt die Tribus nicht vor.

7. Tribus *Danaeeae.* Die Sporangien verschmelzen allseitig zu einem bandförmigen Körper und öffnen sich durch Löcher auf der Oberseite des Sorus; die Gattung *Danaea* ist den wärmeren Teilen von Amerika eigen, z. B. ist *D. alata* westindisch. *Danaeopsis* (Tanaeopteris) *marantacea* aus dem Rhät ist eine fossile, wohl sicher hiehergehörige Form. —

Anhangsweise seien hier noch die *Bothryopterideae* erwähnt, welche gerade oder wenig gekrümmte Sporangien besitzen, die büschelig an dünnen Fäden angeheftet sind; die Blattsubstanz ist ganz in Wegfall gekommen; ein rudimentärer Ring ist stets vorhanden; sie wurden aus französischen Kieseln geschliffen und zeigen gerade so Beziehungen zu *Osmunda* wie die oben erwähnte *Thyrsopteris Murrayana* des braunen Jura. Wenn also auch die Hauptmasse der alten Karbonfarne entschieden an die Marattiaceae, d. h. die eusporangiaten Farne angeschlossen werden muss und diese als die Primärformen zu gelten haben, so sind doch schon mannigfache Beziehungen zu den später auftretenden leptosporangiaten unverkennbar entwickelt.

Anmerkung. Die Farnkräuter spielen unter den fossilen Pflanzenarten, besonders der älteren Formationen, eine ganz hervorragende Rolle und sind als Leitfossilien zuweilen von grösserer Bedeutung als die tierischen Ueberreste. In vielen Fällen sind aber ausschliesslich die sterilen Wedel bekannt, die nicht genügend sind, um sie in das gegenwärtig geltende System, das in der ersten Linie auf die Natur der Sporangien gegründet ist, einzureihen. Man ist daher gezwungen gewesen, für diese Reste eine eigene systematische Gliederung zu entwerfen, die auf Merkmale der vegetativen Blätter

basiert wurde. Zu diesem Zwecke benutzte BRONGNIART den Verlauf der Nerven und stellte folgende wichtigere Familien auf:

Die ***Pecopteridae*** sind mit Nerven dritter Ordnung versehen (Fig. 75 *b, c*), die unter einem 45 ⁰ sich nähernden Winkel aus den Sekundärnerven entspringen und gerade nach dem Rande verlaufen; viele derselben haben sich durch die aufgefundenen Sporangien als zu den Marattiaceae gehörig erwiesen, z. B. ist *Pecopteris Schlotheimii* aus dem Oberkarbon eine *Asterotheca*, *P. arborescens* eine *Scolecopteris* u. s. w. (Fig. 76 *A*).

Die ***Sphenopteridae*** unterscheiden sich von den vorigen nur durch den sehr spitzen Winkel, unter welchem die Nerven abgehen (Fig. 75 *a, e*); sie sind durch Uebergänge aller Grade mit den vorigen verbunden. *Sphenopteris*, offenbar eine Sammelgattung mit sehr vielen Species, ist in dem Karbon weit verbreitet; *S. Stangeri* findet sich in dem Kulm der Ostrauer und in den Waldenburger Schichten; ähnliche Formen sind aus dem Karbon von Illinois bekannt geworden. Die ältesten Farne, welche überhaupt bekannt sind, aus dem oberen Devon und dem Kulm, müssen in dieser Gruppe untergebracht werden; viele von ihnen, wie *Sphenopteris* (Todea) *Lipoldii* aus dem mährischen Dachschiefer und *Sphenopteris Condrusorum* aus dem belgischen Devon haben eine so weitgehende Teilung des Laubes, dass die Blattsubstanz nur in schmalen Streifchen neben den letzten Nerven hinläuft; sie finden sich in allen Formationen; eine ganze Anzahl ist aber nach Kenntnis der Sporangien bereits bei anderen Gattungen sicher untergebracht, z. B. *Sphenopteris crenata* (Fig. 76 *C*) bei *Senftenbergia* (s. o.).

Die ***Taeniopteridae*** zeigen einen rechtwinkligen Abgang der Nerven dritter Ordnung, die dann geradlinig wie bei *Scolopendrium* nach dem Rande streben (Fig. 75 *a*). Die Gattung *Taeniopteris* hat einfach bandartige Wedel; *T. multinervis* findet sich in der oberen Steinkohle; früher zählte auch *T. Münsteri* aus dem Rhät Frankens hieher, welche einfach gefiederte Blätter besitzt. Nachdem aber deutliche Sporangien beobachtet worden waren, musste diese Art zu *Angiopteris* gestellt werden. Riesige Blätter von fast 2 m Länge und 15 cm Breite sind aus den Gondwanaschichten Indiens, wahrscheinlich Grenzschichten von Perm zum Karbon, bekannt geworden, welche die Gattung *Macrotaeniopteris* bilden. Viele Formen dieser Gruppe gehören aber auch den mesozoischen Formationen an.

Bei den ***Neuropteridae*** biegen sich die spitzwinklig abgehenden Nerven in konvexem Bogen nach dem Blattrande, den sie fast rechtwinklig treffen (*g*). Die Gattung *Neuropteris* ist besonders in dem mittleren Karbon verbreitet (*N. flexuosa*) und verschwindet im Perm.

Die ***Cyclopteridae*** werden von der vorigen Gruppe durch den fehlenden Mittelnerv getrennt (Fig. 75 *h*). Dieser Typus der Nervation ist ebenfalls besonders den Farnen der ältesten pflanzenführenden Formationen eigen, so z. B. gehört die devonische *Palaeopteris hibernica* aus dem Oldred von Irland hieher, ebenso *Cardiopteris* (Fig. 76 *E*); man hat bei jener untere, eigenartig differenzierte, wohl sicher fertile Wedelabschnitte beobachtet, deren feinere Strukturverhältnisse nicht

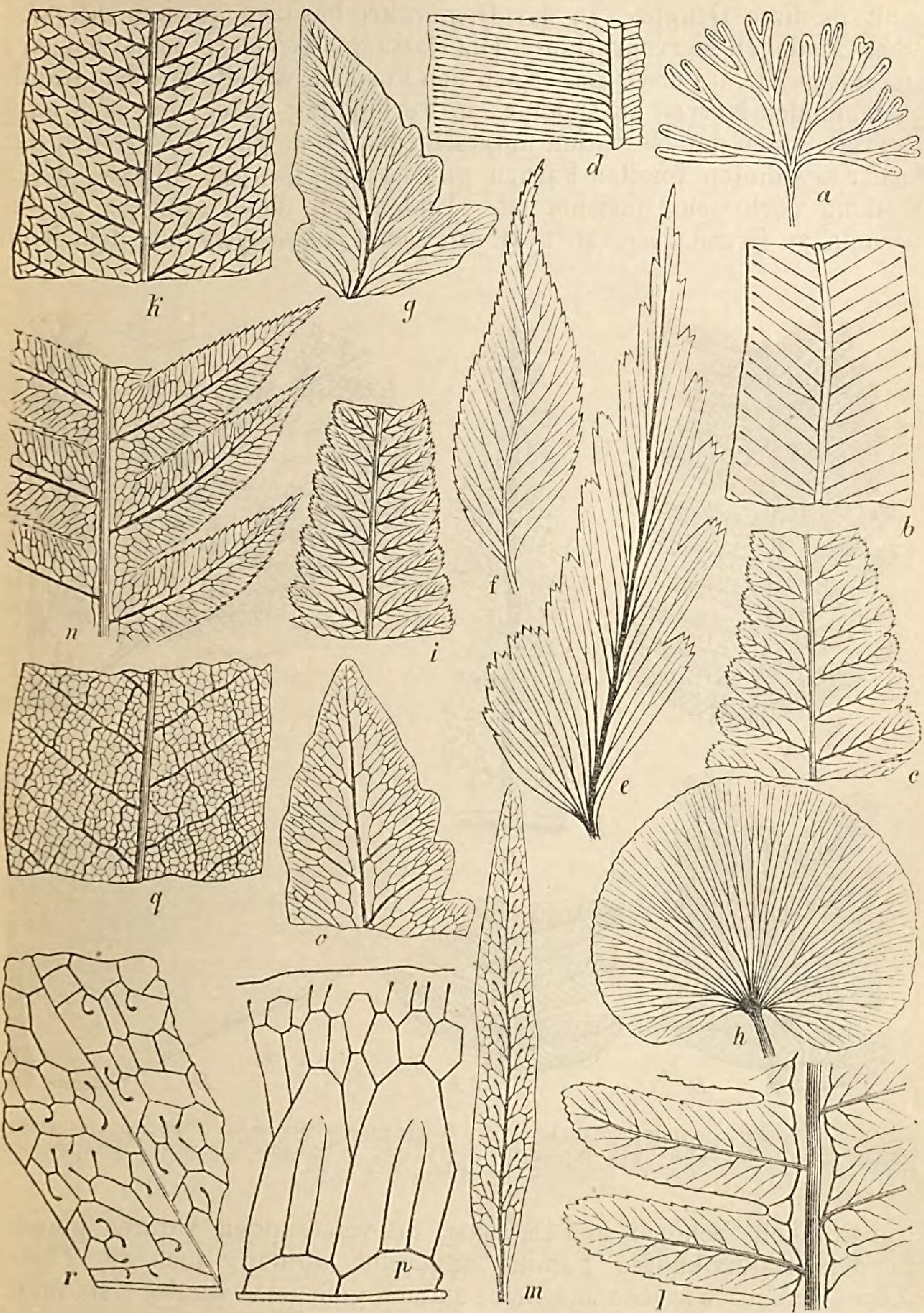


Fig. 75. Arten der Nervation bei den Farnen nach lebenden Formen: *a* u. *e* Nervatio Sphenopteridis (bei *Acrostichum peltatum* und *Asplenum falcatum*); *b* u. *c* Nervatio Pecopteridis (bei *Acrostichum villosum* und *Polybotrya pubens*); *d* Nervatio Taeniopteridis (bei *Oleandra pilosa*); *f* Nervatio Eupteridis (bei *Asplenum heterodon*); *g* Nervatio Neuropteridis (bei *Gymnogramme tomentosum*); *h* Nervatio Cyclopteridis (bei *Adiantum reniforme*); *i*, *k* Nervatio Goniopteridis (bei *Asp'enum esculentum* und *Meniscium reticulatum*); *l* Nervatio Pleocnemiae (bei *Hemitelia grandifolia*); *m* Nervatio Marginariae (bei *Polypodium serpens*); *n* Nervatio Doodyae (bei *Woodwardia radicans*); *o* Nervatio Sageniae (bei *Onoclea sensibilis*); *p* Nervatio Phlebodii (bei *Polypodium sporodocarpum*); *q* Nervatio Drynariae (bei *Polypodium quercifolium*); *r* Nervatio Anaxeti (bei *Polypodium crassifolium*). (Luerssen.)

mehr erkennbar sind. Auch die grosse Gattung *Odontopteris* des Karbon zählt in diese Gruppe. In der Gegenwart besitzen gewisse *Adianten* einen analogen Nervenverlauf. Die Gattung *Cyclopteris* selbst hat sich als *Aphlebia* (s. u.) erwiesen. Nach den Formen, wie die vor dem Rande auslaufenden Nerven miteinander in Verbindung treten, hat man noch mehrere Arten der Nervation unterschieden (s. d. Fig. 75). Neben den bisher erwähnten fossilen Farnen gibt es noch gewisse Objekte, deren Stellung noch sehr unsicher ist. Einige von ihnen erinnern in den Wedeln an Cycadaceen, so z. B. *Nilssonia polymorpha* aus dem Rhät

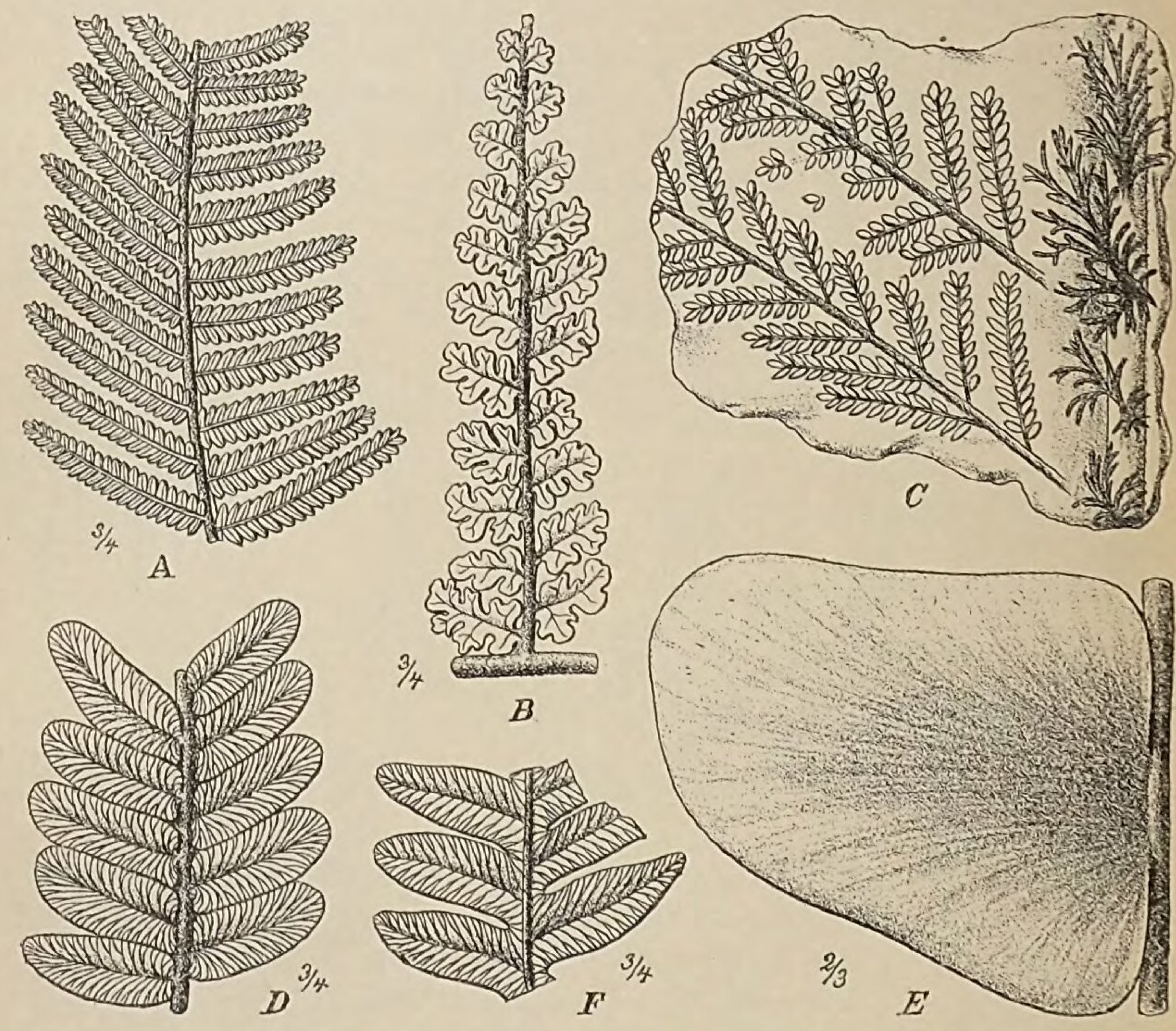


Fig. 76. *A Pecopteris* (Asterotheca) *arborescens*; *B Sphenopteris obtusiloba*; *C Sphenopteris* (Senftenbergia) *crenata* mit Aphlebia *Schizopteris adnascens*; *D Neuropteris flexuosa*; *E Cardiopteris frondosa*; *F Alethotopteris Serloi*.

von Franken, Schonen und Ostasien, die von einigen Autoren geradezu der letzterwähnten Familie angereiht werden; auch die *Thinnfeldien* haben, wie jene zuweilen, einfach gefiederte Blätter; sie finden sich im Rhät und dem unteren Lias; kleine Höckerchen, die auf der Rückseite jener gefunden wurden, sind als Sporangien gedeutet worden. Sehr eigentümliche Blattformen weist *Noeggerathia* (*N. foliosa*) auf, welche gefiedert sind; die Fiedern sind keilförmig mit gerundetem Vorderrand und haben *Cyclopteris*nervation. Auf der Oberseite oberer Fieder, die sich dann verkleinern, eng aneinandergerückt sind, sich dachziegelig decken und einen blütenähnlichen Endkörper

bilden, finden sich eiförmige Körperchen, die mit Sporen angefüllt sind. Man hat die *Noeggerathien* ebenso wie die verwandte, an der Spitze in rispig verzweigte Sporangienträger ausgehende *Rhacopteris paniculata*, wohl ohne zureichenden Grund, mit den Ophioglossaceae in verwandtschaftliche Verbindung zu bringen versucht.

Einige fossile Farne tragen neben den normalen Blattverzweigungen noch eigentümliche adventive, oft vielfach geteilte Fiederchen (Fig. 76 *C*) auf der Spindel, für die man besondere Gattungen z. B. *Aphlebia* geschaffen hat; solche *Aphlebien* finden sich auf *Pecopteris* und *Sphenopteris;* besonders häufig ist die *Aphlebia Schizopteris adnascens* auf *Sphenopteris crenata.* Lebende Analoga sind sehr selten; man kennt sie aber, z. B. bei *Hemitelia capensis.*

Endlich sind auch die Blattstiele von Farnen und Stämme in grosser Zahl fossil gefunden worden. Die ersteren heissen *Rhachiopteris,* die letzteren führen je nach der Struktur, die sie erkennen lassen, verschiedene Namen, so z. B. zeigt *Protopteris* Reste von Blattstielen am Stamm, wie unsere *Dicksonien, Caulopteris* weist dagegen grosse, spiralgestellte, elliptische Masken auf, welche die Stellen bezeichnen, an denen sich die Wedel glatt ablösten. Die *Megaphyten* sind dadurch eigenartig, dass sehr grosse, rundlich schildförmige Narben an den aufrechten Stämmen 2zeilig alternierend gestellt sind. Aehnliche Blattdispositionen gibt es bei den lebenden Farnen nicht mehr. Zwischen den Abbruchsmalen sind zahlreiche Närbchen von Adventivwurzeln vorhanden, und diese Besonderheit führt uns endlich zu den *Psaronien.* Diese stellen grosse, zuweilen über einen Meter im Durchmesser haltende Massen dar, die hauptsächlich aus einem Rindenparenchym gebildet werden, das von Wurzeln durchzogen ist. Im Innern findet sich dann ein Holzcylinder, der die für die Farne charakteristischen, hufeisenförmig gekrümmten, zuweilen aber auch flachen, handförmigen, geschlossenen Gefässbündel führt. Aehnliche Bildungen zeigen uns die lebenden *Marattiaceae* und man ist mit Recht geneigt, diese Stämme den zahlreichen Gliedern dieser Familie zuzuschreiben.

Der Querschliff der verkieselten Stämme weist in der Peripherie zahllose elliptische, dichtgedrängte Flecken auf, welche sich durch ihre weisse oder rötliche Farbe scharf von der dunklen Gesteinsmasse abheben; diese Farbenkombination hat eine gewisse Aehnlichkeit mit der des Gefieders eines Stares und hat den als Schmucksteine geschätzten Objekten den Namen Starsteine verschafft. *Psaronien* finden sich verkohlt in dem oberen Karbon (Autun), verkieselt im unteren Perm, besonders bei Chemnitz in Sachsen und bei Autun in Frankreich.

2. Gruppe. Tuberithallosae.

Das Prothallium stellt einen unterirdischen, mehr oder weniger knollenförmigen, chlorophylllosen Körper dar. Die Sporangien entstehen aus Zellkomplexen *(Eusporangiaten)*; sie sitzen randlich und verändern in erheblicher Weise einen Teil des Blattes,

während der Rest laubige Form behält; sie springen durch einen transversalen Spalt auf und entbehren des Ringes.

8. Familie. Ophioglossaceae.

An der gestauchten Achse stehen die wenig zahlreichen, zuweilen einzelnen Blätter und umfassen sie mit scheidiger Basis. *Ophioglossum* hat 2reihige Sporangien, die eine Aehre zusammensetzen; *O. vulgatum* ist bei uns nicht selten; der laubige Blattteil ist ungeteilt, lanzettlich oder oblong. *Botrychium* besitzt rispige Sporangienverbände; *B. Lunaria* (*Mondraute,* Fig. 77) hat fiederteilige Blätter, deren untere Abschnitte halbmondförmig gestaltet sind; andere Arten haben zusammengesetzte Blätter, wie *B. Matricariae;* merkwürdig ist die Verbreitung von *B. virginianum,* das nicht allein in Amerika, sondern sporadisch auch in Europa gefunden wird (Lappland, Nordrussland, Ostpreussen, Bayern u. s. w.).

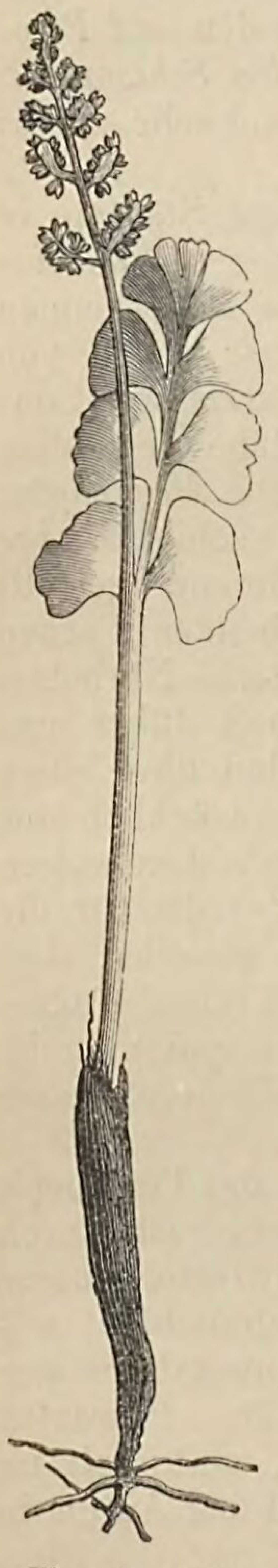


Fig. 77. *Botrychium Lunaria,* ganze Pflanze. Nat. Gr. (LUERSSEN.)

2. Unterreihe. Hydropterides.

Die Sporen sind zweigestaltig: Die Makrosporen sind einzeln in den Makrosporangien enthalten; sie erzeugen ein relativ umfangreiches, chlorophyllhaltiges Prothallium, an dessen Spitze sich nur einzelne oder mehrere Archegonien befinden. Die Mikrosporen füllen in grosser Zahl die Mikrosporangien an; sie bringen ein kleines Prothallium hervor, das nur aus einer vegetativen und aus 2 fertilen Zellen besteht. Beide Prothallien bleiben von der Spore ganz oder wenigstens grossenteils umschlossen. Die Sporangien sind zu Soris vereinigt, welche von metamorphosierten Blattabschnitten vollständig eingehüllt werden; man nennt die so erzeugten, kugeligen oder bohnenförmigen Körper Sporocarpien.

9. Familie. Salviniaceae.

An der Spitze des weiblichen Prothalliums bilden sich gewöhnlich 3 tief eingesenkte Archegonien, auf welche, wenn vorläufig die Befruchtung ausbleibt, mehrere andere in zentrifugaler Anreihung unter erheblicher Vergrösserung des grünen Prothalliums folgen. Die aus der Eizelle entstehende Pflanze entwickelt ein Keimblatt. Der Stengel dieser auf Wasser schwimmenden Gewächse liegt horizontal und ist demzufolge dorsiventral gebaut; er trägt auf der Dorsalseite Schwimmblätter in 2—3facher Reihe und zuweilen auf der Ventralseite wurzelähn-

liche Wasserblätter. Die umhüllten Sori sind eingeschlechtlich, niedergedrückt kugelförmig, gerippt, werden von einem rings geschlossenen Indusium umgeben und sitzen an den Wasserblättern. — *Salvinia* trägt die kugelförmigen Sori an den Wasserblättern zu 4—8 gehäuft; *S. natans* ist in Mittel- und Südeuropa verbreitet. Eine verwandte Art findet sich fossil im Miocän. Bei *Azolla* sitzen die Sori an

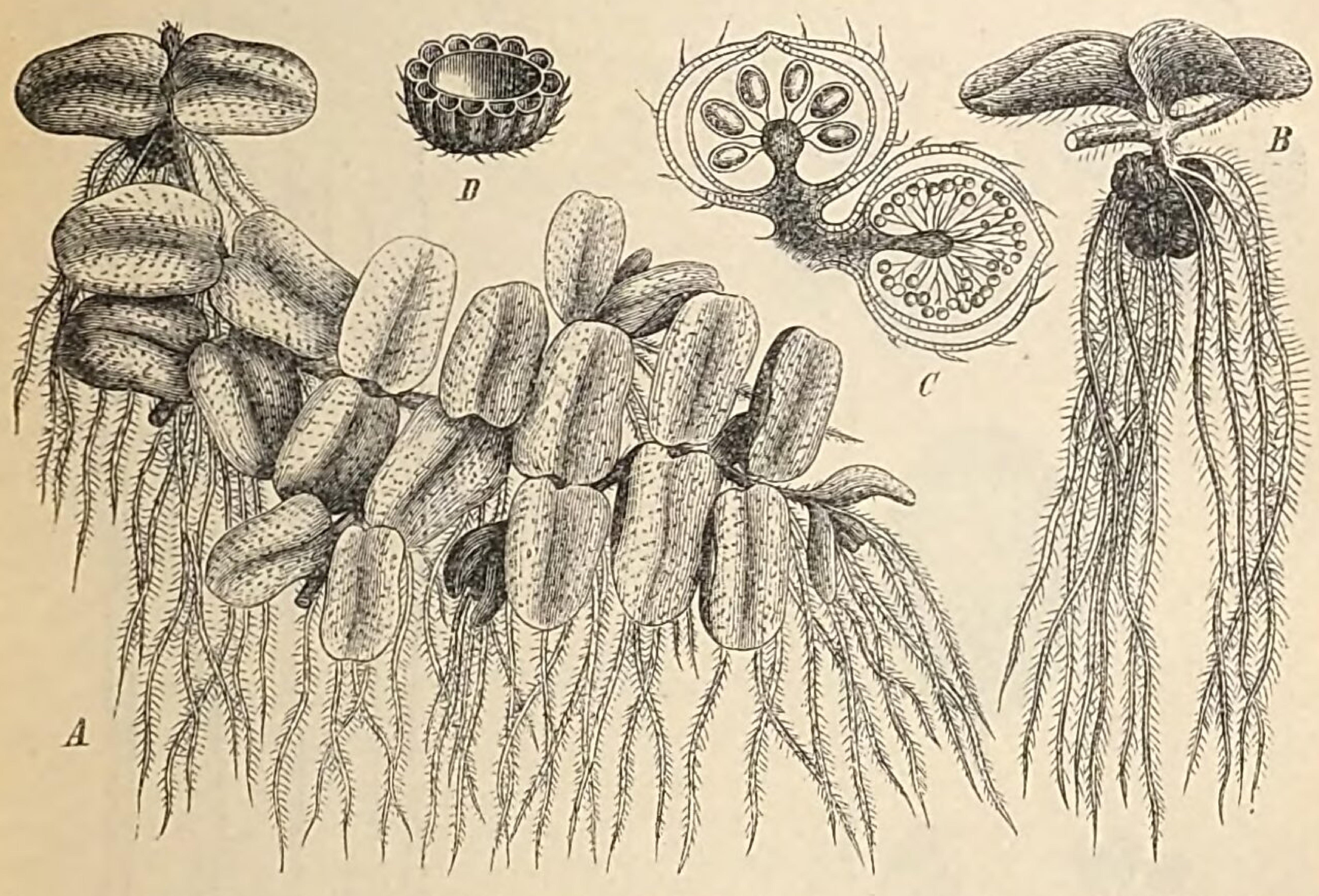


Fig. 78. *Salvinia natans.* *A* Die Pflanze in der Schwimmlage, nat. Gr.; *B* ein Stück Stengel mit einem Blattwirtel, oben 2 Luftblätter, unten 1 Wasserblatt, das fertil ist und die Sporocarpien trägt; *C* 2 Sporocarpien, links weiblich, rechts männlich, im Längsschnitte; *D* entleertes Sporocarpium, um die den Rippen entsprechenden Luftkanäle zu zeigen. (Luerssen.)

metamorphosierten Zipfeln der Schwimmblätter; sie sind mit ankerförmigen Glochidien besetzt. *A. caroliniana* ist in Nordamerika nicht selten.

10. Familie. Marsiliaceae.

An der Spitze des von der Makrospore grösstenteils umschlossenen, wenig umfangreichen Prothalliums befindet sich ein einziges, tief eingesenktes, verhältnismässig grosses Archegon. In der Mikrospore wird eine einzige kleine, das Prothallium darstellende, vegetative Zelle abgeschieden; die zweite Zelle erleidet Oktantenbildung und in jeder der 8 Zellen bildet sich eine Tetrade; die 4 Zellen derselben geben je ein eng pfropfzieherartig gewundenes, an einer Vorderkante gewimpertes Spermatozoid. Die aus der Eizelle entstehende Pflanze keimt mit 1 oder 2 Kotyledonen. Der Stengel der häufig in sumpfigen Gegenden wohnenden Gewächse kriecht am Boden und ist demzufolge dorsiventral; an der Dorsalseite sitzen die 2reihig gestellten, in der Knospe eingerollten Blätter, aus der Ven-

tralseite entspringen echte Wurzeln. Die Sori sind zweigeschlechtlich, sie sind zu umhüllten Sporocarpien verbunden.

Marsilia besitzt gestielte, 4zählige, bei der Verdunkelung eine Schlafstellung einnehmende Blätter, aus deren unterem Stiele die Sporocarpien zu 2—3 oder vielen entspringen. Die letzteren sind bohnen-

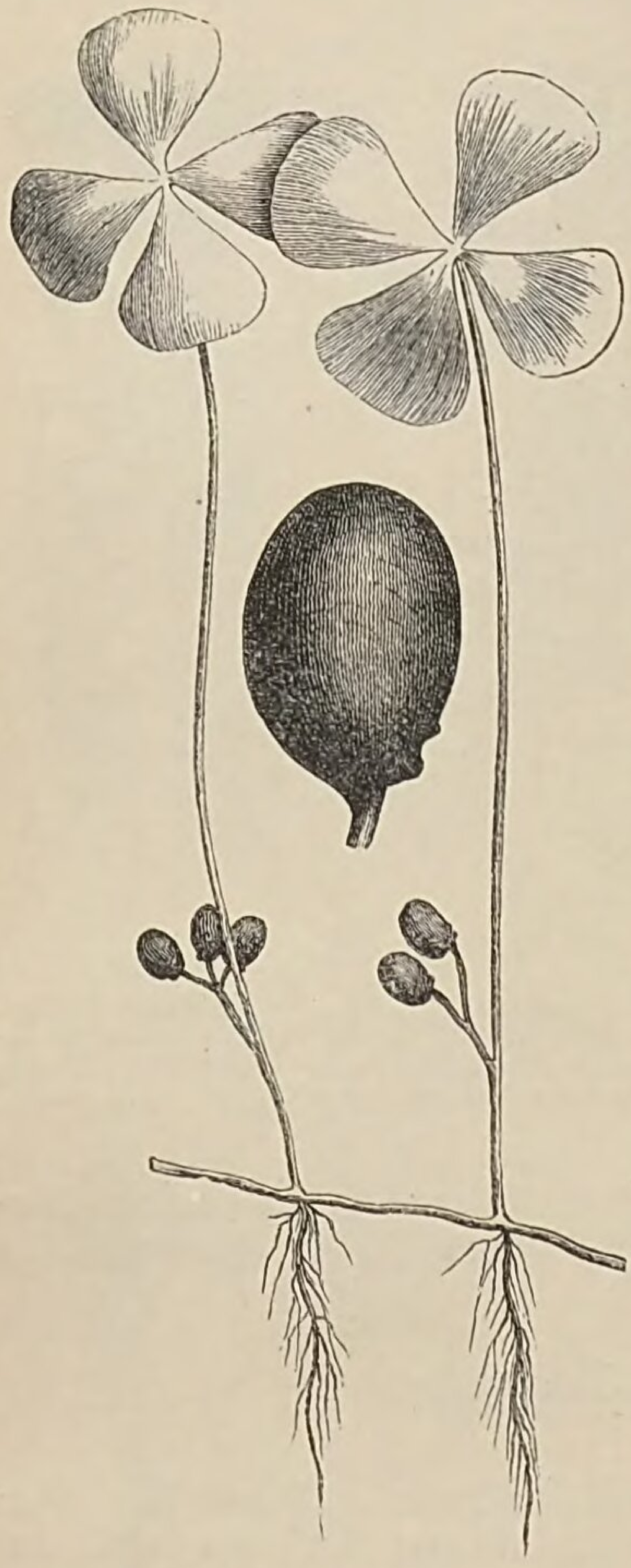


Fig. 79. *Marsilia quadrifolia;* ein Stück der Sporocarpien tragenden Pflanze, in der Mitte ein solches vergrössert. (LUERSSEN.)

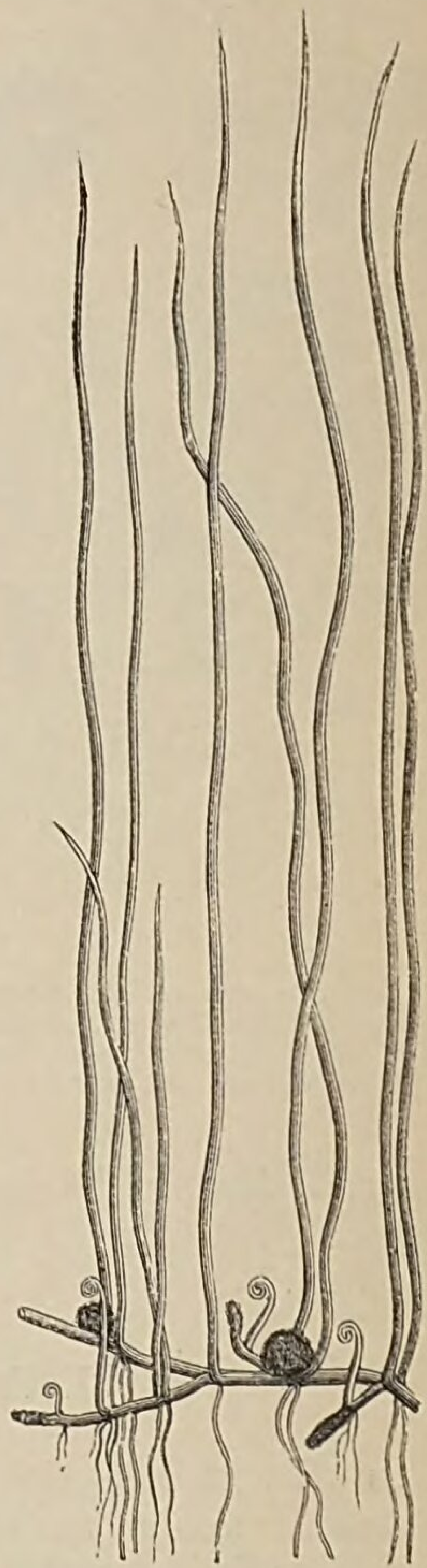


Fig. 80. *Pilularia globulifera;* die Pillen (Sporocarpien) tragende Pflanze. (LUERSSEN.)

förmig, 2klappig und entlassen bei der Reife, falls Wasserzutritt stattfindet, den Inhalt in Gestalt eines Schleimfadens, dem die spindelförmigen Sori 2zeilig angeheftet sind. *M. quadrifolia* (Fig. 79) ist die einzige europäische Art, die in Deutschland bis Oberschlesien und zur Rheinpfalz vordringt; sie wächst in Sümpfen; andere Arten gedeihen in trocknen Gegenden, z. B. *M. salvatrix* in Australien,

deren Sporocarpien in Zeiten der Not gegessen werden. — *Pilularia* hat fadenförmige Blätter und nahezu achselständige, kugelrunde, fast sitzende, 2—4fächrige und ebenso vielklappige Sporocarpien; *P. globulifera* ist in Sümpfen von Europa verbreitet.

Die im Rhät vorkommende Gattung *Sagenopteris* mit der weit verbreiteten *S. rhoifolia* hat man zweifellos ganz irrtümlich, nur wegen der 4zähligen Blätter zu den Marsiliaceae gerechnet, sie ist höchst wahrscheinlich zu den echten Farnen gehörig. Fossile Arten beider Gattungen scheinen aber im Tertiär vorzukommen.

2. Reihe. Equisetales.

Stengel oder Stamm stets verlängert mit verhältnismässig sehr kleinen, nur bei einzelnen ausgestorbenen Formen grösseren, ungeteilten Blättern, die wirtelig gestellt und am Grunde oft scheidig verbunden sind. Die Sporangien sitzen an Blättern, welche durch jene hochgradig umgebildet werden; sie stellen die Achse beschliessende, meist schildförmige, gestielte, senkrecht an der Achse (sehr selten schief) aufsteigende Körper dar, von deren Unterseite die Sporensäcke herabhängen (Homologon einer Blüte).

1. Unterreihe. Isosporae.

Mit einer Art Sporen.

II. Familie. Equisetaceae.

Sporangien entweder an der Spitze besonderer, gewöhnlich brauner Triebe, oder an der Spitze der grünen Sprosse. Blätter kurz, wirtelig, am Grunde scheidig verbunden. Die fertilen Blätter in kontinuierlichen Wirteln; sie bilden eine elliptische oder eiförmige, ährenförmige Blüte. Die Prothallien sind hirschhornförmig verzweigt, oberirdisch, grün und gewöhnlich diöcisch. Das Exospor löst sich in 4 schraubenartig die Spore umfassenden Bändern ab, die sich in der Feuchtigkeit auf-, in trockner Luft einrollen. Der gestreifte Stengel ist im Innern hohl und durch Diaphragmen gegliedert; die Gefässbündel sind geschlossen, daher entwickeln sie kein sekundäres Holz.

Lebend existiert nur die Gattung *Equisetum* (Schachtelhalm), die in 2 Gruppen zerfällt: Die *E. homophyadica* tragen die Sporangien an der Spitze der grünen Zweige. Hieher gehört *E. palustre,* auf feuchten Wiesen, mit 6 Scheidenzähnen und reich verästelten Sprossen, *E. limosum,* im Wasser, mit meist einfachen Sprossen und 20 Scheidenzähnen; *E. xylochaeton* aus Peru ist eine der grössten, bis über 10 m hohe, an Bäume sich anlehnende Art. *E. hiemale* mit einfachem Stengel und schnell vertrocknenden Scheidenzähnen wird zum Polieren gebraucht. Die *E. heterophyadica* haben gesonderte fertile und sterile Sprosse; *E. arvense* mit aufgeblasenen Scheiden an den fertilen Trieben ist ein gemeines und sehr schädliches, schwer zu vertilgendes Acker-

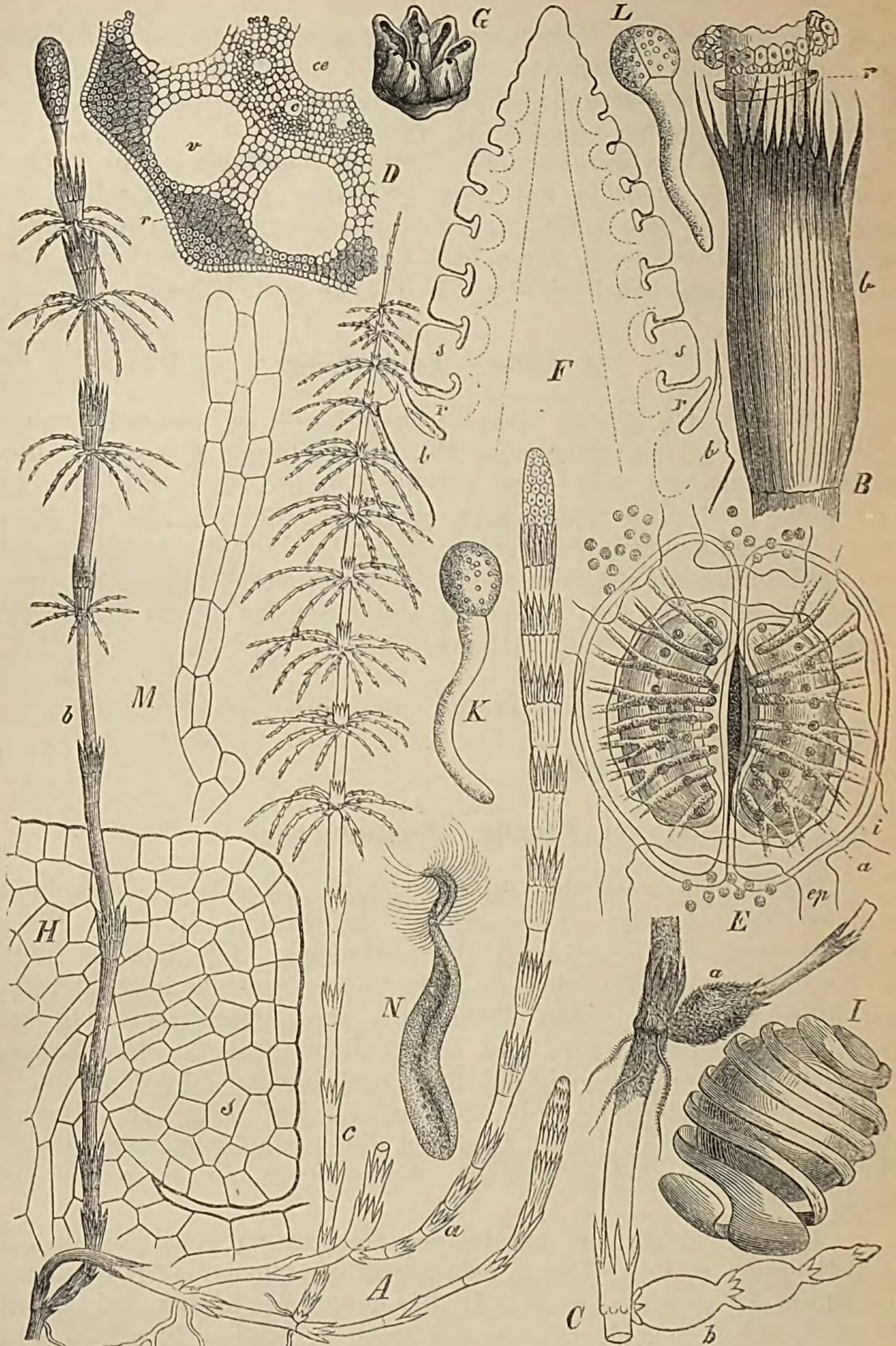


Fig. 81. *A Equisetum pratense; a* fertiler Spross, jung, vor der Astentwickelung; *b* nach derselben; *c* ein steriler Spross. *B E. Telmateja*, oberer Teil eines fertilen Sprosses am Uebergang in die Blüte; *b* Blattscheide, *r* Ring, darüber ein Sporophyllwirtel. *C E. arvense*, Rhizom mit perlschnurförmigen Anschwellungen. *D E. palustre*, schematisiert gezeichneter Querschnitt durch den Stengel: *ce* zentraler, *v* peripherischer (valecularer) Luftkanal, *c* carinaler (unter den Rippen liegender) Luftgang; *r* assimilatorisches, chlorophyllführendes Gewebe, davor in den Rippen mechanische Stränge. *E—H E. arvense; E* Spaltöffnung, *ep* Epidermiszelle, *a* äussere, *i* innere Schliesszellen; *F* eine in Entwickelung begriffene Blüte; *b* oberstes Blatt, *r* Ring, *s* Sporophyll; *G* Sporophyll mit reifen Sporensäcken; *H* junges Sporophyll im Querschnitte. *J E. palustre*, Spore mit den eingerollten Schleuderbändern. *K—M E. limosum*, Entwickelung des Prothalliums. *N E. Telmateja*, Spermatozoid. (Luerssen.)

unkraut; *E. Telmateja* mit becherförmigen Scheiden ist bei uns die grösste, bis 1,5 m hohe Art. Die Gattung tritt sicher schon im Buntsandstein auf; *E. Mougeotii* aus den Vogesen hat Steinkerne von 20 cm Durchmesser hinterlassen; *E. arenaceum* von gleichem Umfange ist in Menge verkohlt aus den Lettenkohlen des unteren Keupers Süddeutschlands bekannt; das ähnliche *E. Rogersii* macht den grössten Teil der Lettenkohle von Richmond N. Y. aus. Teile von *Equiseten,* namentlich auch Rhizomknollen, sind dann von dem Jura bis in das Tertiär bekannt. Die Gattung *Phyllotheca,* bei der die an den Internodien befestigten Sporangien mit sterilen Blattwirteln wechseln, und *Schizoneura* mit zusammenhängenden, langen, später aufspaltenden Blättern, treten bei uns im braunen Jura und im Buntsandstein der Vogesen, in Ostindien aber und in Australien schon früher im Permokarbon auf.

2. Unterreihe. Heterosporeae.

Mit zweierlei Sporen.

12. Familie. Calamitaceae.

Stämme gross, zum Teil von sehr beträchtlichem Durchmesser mit offenen Gefässbündeln und daher sekundärem Dickenwachstume. Blätter entweder am Grunde kurz scheidig verbunden oder ganz aufgespalten und frei, linealisch, stumpf oder zugespitzt, meist ganz, zuweilen aber geschlitzt; an den fertilen Sprossen wechseln fertile Blätter mit sterilen Wirteln und bilden ährenförmige Aggregate; die unteren Sporangien enthalten wenigstens öfter einzelne Makro-, die oberen viele Mikrosporen. Sie sind nur fossil bekannt, erscheinen zuerst im Oberdevon und verschwinden im Perm.

Da die Zusammengehörigkeit der zusammen vorkommenden Organe noch nicht in allen Fällen sicher gestellt ist, so hat man die losen Stücke unter sich gegliedert. Die Steinkerne der innen hohlen Stämme, welche durch Längsfurchen skulpturisiert sind, hat man in 4 Gattungen zusammengefasst: *Archaeocalamites radiatus* Stur *(Bornia radiata* Brongn., *Calamites transitionis* Göpp.) (Fig. 82 *A*, *B*) ist ausgezeichnet dadurch, dass sich die breiten, flachen Rippen über die Knoten fortsetzen und nicht alternieren; er ist spärlich verzweigt und besitzt zurückgekrümmte, mehrfach zerschlitzte Blätter mit linealen Zipfeln; er reicht vom Oberdevon bis in das Karbon. Die übrigen Gattungen haben wenigstens fast stets von Knoten zu Knoten in der Lage wechselnde Rippen, die also alternieren. *Stylocalamites* mit dem Typus *S. Suckowii* ist durch eine bemerkenswerte Armut der Seitenäste gekennzeichnet, die zuweilen ganz fehlen. *Eucalamites* mit dem Typus *E. cruciatus* hat dagegen eine sehr reiche Verzweigung mit in den aufeinanderfolgenden Knoten alternierenden Aesten; der Typus hat 3—6 Aeste an jedem Knoten, weniger finden sich bei *E. ramosus,* mehr bis 9 bei *E. multiramis.* Bei *Calamitina* endlich finden sich zwar Seitenäste, aber nicht an sämtlichen Knoten. An

diesen Formen, zu denen *C. varians* und *C. approximata* gehören, sind die Blätter beobachtet worden, welche schmal lanzettlich und vorn zugespitzt sind; sie sitzen auf einem besonderen, eiländlichen, von

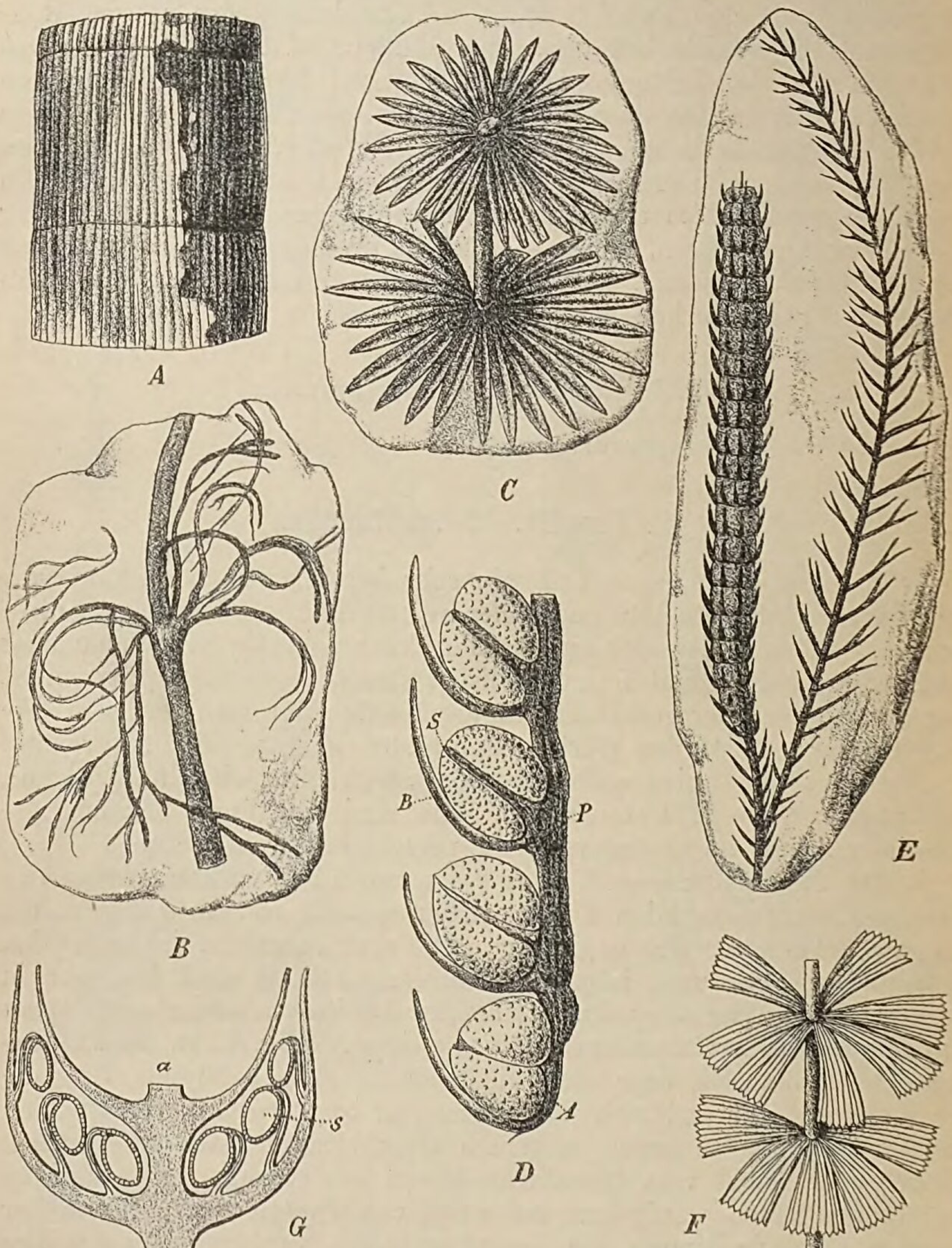


Fig. 82. *A*, *B* *Archaeocalamites radiatus*. *A* Stammstück mit zum Teil erhaltener, kohliger Rinde; *B* Blätter. — *C* *Annularia longifolia*, 2 Blattwirtel. — *D* *Palaeostachya elongata*, 4 Sporangien. — *E* *Sphenophyllum angustifolium* mit fertilem Zweige; *F* *Sp. emarginatum*, 2 Blattwirtel verkleinert; *G* Sporangien von *Sphenophyllum*.

einer Längsfurche durchzogenen Basalstück. Diese Gattungen gehören dem Karbon an. Ausser den erwähnten Phyllomen zählt man noch die an reichlich verzweigten Seitenstrahlen sitzenden Blätter zu

den Calamitaceae, die früher als besondere Gattungen *Annularia* und *Asterophyllites* genannt wurden. Bei der ersteren werden sie am Grunde durch eine zirkulare Leiste verbunden, die sich als das Diaphragma der hohlen Achsen herausgestellt hat; daneben hat man aber in neuester Zeit auch noch kurze, besondere Verbindungen gesehen; die Blätter sind zum Teil sehr lang, bei *A. longifolia* bis 20 cm. An *Asterophyllites* ist dagegen ein Diaphragma nicht sichtbar.

Die fertilen Sprosse der Calamitaceae zerfallen in 2 Gattungen: *Calamostachys* und *Palaeostachya*. Die erstere zeichnet sich dadurch aus, dass die schildförmigen Sporangienträger in der Mitte der Knoten zwischen 2 sterilen Blattwirteln senkrecht aufgeheftet sind. *C. Ludwigii* besitzt Wirtel von 12 sterilen Blättern, die in der Mitte rechtwinklig nach oben gebogen sind und sich mit den Spitzen an den zunächst oberen, sterilen Wirtel anlegen. Die 6 Sporangien werden auf diese Weise vollkommen eingeschlossen; jedes derselben trägt an der Unterseite 4 Sporensäcke mit fast kugeligen Sporen, die durch 3 Pyramidalleisten geziert sind. Ob sie Makro- oder Mikrosporen enthalten, ist bei der geringen Grössendifferenz an anderen Formen nicht sicher auszumachen, ja es steht nicht einmal sicher fest, ob alle Calamitaceen heterospor sind. *C. Binneyana* dagegen lässt sicher beide Sporenformen erkennen; die einzelnen Makrosporen sind 3mal grösser als die gruppenweise verbundenen Mikrosporen und noch von 3 nicht entwickelten Sporen begleitet; sie ist in allen Teilen kleiner und die sterilen Blätter sind bis zur Umbiegungsstelle zu Querböden vereinigt. Aehnlich verhalten sich die Sporangienstände von *Annularia longifolia*, die in Frankreich gefunden wurden, nur sind die sterilen Blätter flach ausgebreitet.

Calamostachys Grand'Euryi hat dagegen die Besonderheit, dass die sporangientragende Kopfplatte mit dem oberen Wirtel der sterilen Blätter in Verbindung steht; die Sporen sind in ihnen tetraedrisch verbunden.

Die Gattung *Palaeostachya* unterscheidet sich dadurch, dass die fertilen Blätter dem unteren, sterilen Wirtel sehr genähert sind; sie treten gewissermassen aus der Achsel dieser Blätter hervor und können nun selbstredend nicht mehr senkrecht an der Spindel sitzen, sondern steigen schräg auf. Bei *P. elongata* aus dem böhmischen und oberschlesischen Karbon sind die Sporangienkörper herzförmig und sitzend (Fig. 82), bei *P. gracilis* von Autun haben sie deutlich echt equisetoiden Bau. Ob hier 4 oder nur 2 Sporangien vorhanden sind, ist durchaus unsicher geblieben.

Nicht minder scheinen die als *Macrostachya Schimperiana* aus thonigem Sandstein von Saarbrücken beschriebenen Aehren hieher zu gehören. Sie sind aber bisher wie die als *Huttonia* bezeichneten Infloreseenzen nur in Abdrücken gefunden worden; ihre feinere Organisation ist demgemäss nicht bekannt.

Die von den Franzosen als *Volkmannia* bezeichneten Sporangienstände *(V. effoliata, V. pseudosessilis)*, die mit *Annularia brevifolia* identisch zu sein scheint, sind kleinere, ährenförmige Aggregate, bei denen die Sporangien an einem Faden unterhalb der sterilen

Blätter befestigt sind und herabhängen. *Bruckmannia tuberculata* endlich ist ein Sporangienstand von lockererem Bau, der im Wesen mit *Calamostachys* übereinstimmt, nur dass bloss 2 Sporensäcke an jedem Träger gesehen werden. Der Erhaltungszustand war indes nicht genügend, um über dies Verhalten Gewissheit zu gewinnen.

Ganz erheblich ist von diesen Sporangienständen die Gattung *Cingularia* verschieden. *C. typica* ist ein in dem Saarbrückener Karbon häufiges Fossil, das zuweilen ganze Blöcke zusammensetzt. Auch bei ihm wechseln sterile und fertile Wirtel; die ersteren sind bis zur Mitte verwachsen und bilden horizontal ausgespannte Schirme mit zahlreichen, lanzettlich dreiseitigen, spitzen Zipfeln. Dicht unter ihnen sitzen, senkrecht der Achse angeheftet, etwa 12 schmale Gewebeplatten, die an der Spitze gestutzt und gespalten sind. Von der Unterseite dieses gespaltenen Teiles hängen 4 Sporangien nach unten. Die Träger dieser Sporangienstände gehören zu den grössten Seltenheiten; was davon bekannt geworden ist, gibt der Vermutung Raum, dass sie von der Struktur der *Calamiten* waren. Die Bildung aber der fertilen Sprosse ist von einer derartigen Besonderheit, dass sie nach der gegenwärtigen Auffassung über die systematische Gliederung der lebenden Pteridophyten eine eigene Familie Cingulariaceae ausmachen müssten.

Die Anatomie betreffend wurde schon oben bemerkt, dass die Calamitaceae ein Dickenwachstum besitzen. Im Innern des Stammes findet man stets eine grosse Höhlung mit den Resten eines parenchymatischen Markes. Die Primärbündel springen in das Lumen desselben vor; sie bestehen aus weitlumigen Parenchymzellen und umschliessen eine Lücke, welche durch Ausfall der Gewebe des Initialstranges entstanden ist. Das sekundäre Holz wird ausnahmslos durch in Reihen gestellte Treppentracheiden aufgebaut, denen sich noch mehrreihige hofgetüpfelte Elemente zugesellen. Die einzelnen Holzkeile werden durch primäre, sich nach dem Zentrum zu schnell erweiternde Primärmarkstrahlen gesondert, die entweder bis in die Rinde zu verfolgen sind, oder bald im Holze verschwinden. Die ersteren sind die *Calamiten*-Hölzer im engeren Sinne, die letzteren hat man als *Arthropitys* unterschieden. In beiden Strukturen kommen übrigens neben den Interfascikularstrahlen reichliche sekundäre Markstrahlen vor. Im Gegensatz zu den Markstrahlen der lebenden Pflanzen sind die Zellen derselben langgestreckt und zeigen eine auffallende Neigung zur Verdickung. *Arthropitys* gehört dem produktiven Karbon an, während *Calamodendron* vom oberen Karbon bis in das Rotliegende reicht.

Dort wo die Knoten sich befinden, springen scharfe Leisten nach innen vor. Aus der Struktur der Markhöhle ergibt sich die Form ihrer Ausgüsse, der *Calamiten*-Steinkerne, von selbst. Die in das Lumen hineinragenden Holzkeile erzeugen die Riefen, die Primärmarkstrahlen zwischen ihnen die vorspringenden Leisten; die Knotenvorsprünge aber bringen die zirkulären Thäler hervor, welche die Steinkerne in übereinander gelegene Cylinder gliedern.

Die Rinde ist nur selten gut erhalten und hat wahrscheinlich einen mannigfachen Bau besessen. *Arthropitys medullata* weist eine

dicke, gleichförmige Rinde parenchymatischer Zusammensetzung auf, nur vor den Holzkeilen kommen differenzierte Gruppen vor, die man für Harzkanäle angesprochen hat. Bei *A. bistriata* wird die Rinde von unter sich anastomatisch verbundenen, echten Bastfasermassen durchsetzt, welche fossilisiert die sogenannte Dictyoxylonstruktur ausmacht. Eine sehr feste Aussenschicht muss auch *Calamitina* gehabt haben, da von ihr grosse Fetzen, die über mehrere Internodien reichen, verkohlt mit den ansitzenden Blättern gefunden worden sind. Wenn nun unter diesen zuweilen gerippte Cylinder gefunden werden, so können die Vorsprünge nicht, wie bei den Markausgüssen, den vertieften Markstrahlausgängen ihren Ursprung verdanken, sondern sie müssen den peripherischen Enden der Holzkeile entsprechen.

Was den Längsverlauf der Holzbündel anbetrifft, so teilen sie sich wie die Gefässbündel der lebenden *Equiseten* oberhalb der Knoten in 2 Schenkel und jeder derselben legt sich an das benachbarte Bündel des nächsten Internodiums an. Auf diese Weise entstehen fischkörperähnliche Maschen, die mit Parenchym ausgefüllt sind; dieses Gewebe wurde oft zerstört und die Ausfüllungen erscheinen am Steinkerne als stiftartige Hervorragungen.

Nach dem Vorgange Brongniarts haben die französischen Phytopaläontologen alle diejenigen *Calamiten* aus dem Verbande der *Equisetales*, ja der Pteridophyten überhaupt entfernt, welche Sekundärholz besitzen, und sie zu den Gymnospermen gebracht; sie spalteten also die Gruppe in zwei Familien, von denen die *Calamiten* im engeren Sinne ihren Platz behielten, während die *Calamodendren* eine neue Stelle erhielten. Ein strenger Beweis für die Zusammengehörigkeit aller Calamitaceen-Formen ist freilich nicht zu erbringen, für die Ueberführung eines Teiles zu den Gymnospermen liegt aber keine Begründung vor. Was zunächst die Sporangienstände anbetrifft, so müssten dieselben Blüten sein. Dagegen spricht aber einmal der konstante Wechsel von sterilen und fertilen Blättern, der an keiner Gymnosperme bisher in dieser Form gesehen wurde, denn die Durchwachsung von *Cycas* lässt sich kaum mit dieser Bildung vergleichen; ausserdem spricht aber das nicht zu bezweifelnde Vorkommen von Makro- und Mikrosporen durchaus dagegen.

Die Behauptung, dass Sekundärholz bei den *Pteridophyten* nicht vorkommen könne, ist a priori überhaupt nicht zulässig und wird zudem durch das Dickenwachstum an den *Isoëtes*-Knollen unbedingt widerlegt.

Trotz der in der neueren Zeit so beträchtlich erweiterten Kenntnis über die Calamitaceae bleiben doch noch so viele Lücken, dass wir die ganze Darstellung als mangelhaft und provisorisch bezeichnen müssen, deren Erweiterung und endlicher Abschluss erst von der Zukunft erwartet werden kann.

3. Reihe. Sphenophyllales.

Blätter keilförmig, mehr oder weniger tief gespalten, zu 6 oder im Multiplum dieser Zahl, quirlständig und superponiert an einer

dünnen Achse, die einen spärlichen, aber deutlichen Zuwachs von sekundärem Holze erfährt. Sporangienstände in lockeren, ährenförmigen Aggregaten, nur aus fertilen Blättern aufgebaut, welche auf der Mittellinie der Oberseite gestielte, vielsporige Sporangien in geringer Zahl tragen (Fig. 82 *G*). Diese scheinen, wenigstens in einzelnen Formen, Makro- und Mikrosporen zu umschliessen.

13. Familie. Sphenophyllaceae.

Der Charakter ist derselbe wie der der Reihe. Dem unten zu besprechenden, zugfesten Bau der Achse entsprechend sind die Arten der Gattung *Sphenophyllum* zweifelsohne flottierende Wassergewächse gewesen. Sie sind charakteristisch für das mittlere und obere Karbon, so dass sie geradezu als leitend angesehen werden können. *Sph. Schlotheimii* mit breit keilförmigen, am oberen Rande schwach gekerbten Blättern ist im oberen Karbon verbreitet. Die Gattung geht bis in das untere Rotliegende. Das in dem Oberdevon vorkommende *Sph. tenerrimum* ist in der Zugehörigkeit zur Gattung etwas zweifelhaft geworden; man vergleicht es jetzt vielmehr mit den Calamitaceae und stellt es in die Nähe von *Archaeocalamites*. Ueberhaupt ist die Sonderung der *Sphenophyllen* mit stark zerschlitzten Blättern und *Asterophyllites* nur schwer zu machen. Die Gattung *Trizygia* mit *T. speciosa* aus dem unteren Gondwanasystem Indiens, welches mit dem Permokarbon gleichliegend ist, hat einen dorsiventralen Bau, indem die gerundet keilförmigen Blätter zu drei Paaren zusammengestellt sind. Zwei derselben divergieren um 180°, das dritte mit viel kleineren Elementen steht zwischen ihnen immer auf derselben Seite.

Anatomie und systematische Stellung. Für den Stengel von *Sphenophyllum* ist ein dreiseitiges Gefässbündel eigentümlich, um welches eine Bastschicht liegt, die in jungen Achsen fast stets vollkommen fortgeführt ist. In seltenen Fällen hat man eine deutliche Schutzscheide aus dickwandigen, lückenlos aneinanderschliessenden Zellen gesehen. Der zentrale Holzstrang wird aus hofgetüpfelten Tracheiden aufgebaut; nach den Flügeln hin gehen dieselben in Treppengänge über, während die Kanten des Bündels abrollbare Spiralgefässe enthalten. In der Mitte dieser Zonen, der Initialstränge, liegt gewöhnlich eine Lücke, wodurch die Ecke des primären Holzstranges 2zähnig wird. Das Sekundärholz, aus wenigen regelmässig gereihten Schichten bestehend, wird aus hofgetüpfelten Tracheiden und Holzparenchym aufgebaut.

Diese Stränge durchsetzen unverändert die Knoten, indem sich die rechtwinklig den Stamm durchschreitenden Blattspuren an sie anlegen. Die Ecken des dreiseitigen Querschnittes verändern an den konsekutiven Knoten ihre Lage im Raume nicht: sämtliche Blätter stehen superponiert übereinander. Dieselbe Stellung ist auch bei *Trizygia speciosa* beobachtet worden. Die relativ dicke Rinde besteht grossenteils aus Parenchym, doch ist eine hypodermale Faser-

schicht vorhanden. Der Stengel von *Sphenophyllum* wird von drei Längsfurchen durchzogen, welche denselben 6kantig machen; die Furchen liegen gleichsinnig mit den Seiten des dreieckigen Primärholzbündels.

Bei einzelnen *Sphenophyllen* ist Heterophyllie gesehen worden, indem die Blätter des Hauptstengels zerschlitzt, die der Zweige ganzrandig waren; man hat auch diesen Umstand als Stütze für die Meinung herbeigezogen, dass sie Wasserpflanzen gewesen sind.

Sporangienstände in der Form langer, dünner, cylindrischer Aehren sind namentlich bei Wettin im Zusammenhang mit sterilen echten *Sphenophyllen* (*Sph. angustifolium*) (Fig. 82 *E*) beobachtet worden. Die superponierten, an der Spitze zerschlitzten Blätter sind rechtwinklig nach oben gebogen und tragen an der Umbiegungsstelle oft einen nach unten gewendeten, spornartigen Fortsatz. Die oberseits vertiefte Blattspreite nimmt in einer Aushöhlung das Sporangium auf. In den Kieseln von Grand-Croix hat man Fruktifikationen gefunden, bei welchen die Sporangien teils in den Blattachseln, teils auf den Blättern sassen (*G*); weissliche grumöse Massen hat man bei jenen für Makro-, bei diesen für Mikrosporen gehalten. Bei einem unter dem Namen *Volkmannia Dawsonii* gehenden Sporangienstande, von allerdings etwas abweichendem Bau, aber übereinstimmender Zusammensetzung der Achse, hat man ziemlich grosse Sporen einheitlicher Natur mit netziger Exine beobachtet. Aus diesen Mitteilungen geht hervor, dass wegen mangelhafter Erhaltung eine Sicherheit darüber, ob *Sphenophyllum* iso- oder heterospor ist, keineswegs gewonnen ist.

Was die systematische Stellung der Sphenophyllaceae anbetrifft, so hat man sie vielleicht nicht ohne zureichenden Grund mit den Salviniaceae verglichen; andere wollen sie bei den Calamitaceae, noch andere bei den Lycopodiaceae unterbringen. Für die letzteren spricht eigentlich nur der vielleicht konzentrische Bau des Bündels; der letztere kann aber auch ein triarcher, zentraler Gefässstrang sein, welcher aus dem Stengel keiner lebenden Pflanze bekannt ist. Der Bau des Sekundärholzes findet ebenfalls kaum ein Analogon und, wenn man die Wirtelstellung der Blätter bei den Lycopodiaceae wiederfindet, so ist doch die Superposition der Phyllome abermals eine ganz abweichende Anreihung. Wir können uns also nur der Meinung des Grafen zu Solms-Laubach anschliessen, der in den Sphenophyllaceae eine Gruppe ohne engeren Anschluss an andere Gruppen des Gewächsreiches erkennt.

4. Reihe. Lycopodiales.

Ausdauernde, sehr selten einjährige Gewächse mit einer im Verhältnisse zu den Blättern grossen Achse; die Blätter stehen gewöhnlich spiralig, seltener sind sie quirlig. Die Sporangien befinden sich in der Achsel von Blättern oder am Grunde derselben auf der Oberseite.

1. Unterreihe. Isosporae.

Nur einerlei Sporen; die Blätter haben am Grunde auf der Oberseite keine Ligula. Das Prothallium ist ansehnlich und tritt aus der Spore hervor.

14. Familie. Lycopodiaceae.

Ausdauernde Kräuter mit meist schlanken, gabelig verzweigten, sehr selten knollig verdickten Stengeln, die durch allermeist dichotomisch verzweigte Wurzeln festgeheftet werden (Fig. 85). Blätter in spiraliger oder wirteliger Anreihung. Sporophylle entweder gleichgestaltet mit den laubigen Blättern oder heteromorph und dann zu endständigen, die Achse abschliessenden, ährenartigen Blüten versammelt. Die eusporangiaten Sporangien sitzen am Grund der Blätter und springen klappig auf. Das Prothallium ist entweder unterirdisch, knollenförmig und chlorophylllos oder von ähnlicher Form, aber oberirdische, grüne Lappen erzeugend, oder ein strangartiger, verzweigter, epiphytisch an Bäumen lebender, chlorophyllführender Körper, der auch Brutknospen erzeugen kann.

Lycopodium ist mit etwa 100 Arten besonders in den wärmeren und heissen Gegenden der Erde entwickelt; *L. cernuum* ist den Tropen in beiden Hemisphären gemein; bei uns kommen 6 Arten vor: *L. Selago* mit Sporophyllen, die den sterilen Blättern gleichen, ist ebenfalls sehr weit über die Erde zerstreut. Die Endknospe wandelt sich in eine Brutknospe um. *L. annotinum* und *L. clavatum* (Fig. 83) mit ährenförmigen, endständigen Blüten liefern in den Sporen das offizinelle *Lycopodium* (*Hexenmehl*); bei dem ersteren sind die Blüten sitzend, bei dem letzteren gestielt. — *Phylloglossum Drummondii* aus Neu-Süd-Wales und Neu-Seeland hat eine knollige Grundachse und lineale Blätter; es gleicht in der Tracht einer kleinen Orchidee.

Fossile Reste sind unter dem Namen *Lycopodites* in nicht geringer Zahl beschrieben worden; die nicht genügend oder überhaupt nicht gekannte Natur ihrer Sporen lässt eine Unterscheidung von Lycopodiaceae und Selaginellaceae nicht zu; manche dieser Dinge scheinen auch eher Moose, wie z. B. *Lycop. uncinatus* aus dem Karbon Nordamerikas, oder Farnstämmchen, die mit Spreublättchen bedeckt sind, zu sein, z. B. *Selaginites cavifolius*, ebenfalls aus dem Karbon.

Dagegen sind gewisse homophylle Sprosse höchst wahrscheinlich zu den Lycopodiaceae zu stellen, wie z. B. *L. elongatus* aus dem Karbon Saarbrückens; der kolbenförmige Fruchtstand, welcher als *Lyc. Stockii* aus dem Kulm Schottlands beschrieben wurde, dürfte sicher hieher gehören; er wird mit dem in den Tropen sehr weit verbreiteten *L. Phlegmaria* verglichen.

15. Familie. Psilotaceae.

Kleine aufrechte Sträucher mit rutenförmigen Aesten und geschlossenem Fibrovasalstrang; Blätter klein ohne Mittelnerv, einfach;

die fertilen sind endständig 2spaltig, sie tragen ein 2—3klappiges Sporangium; die Wurzeln fehlen.

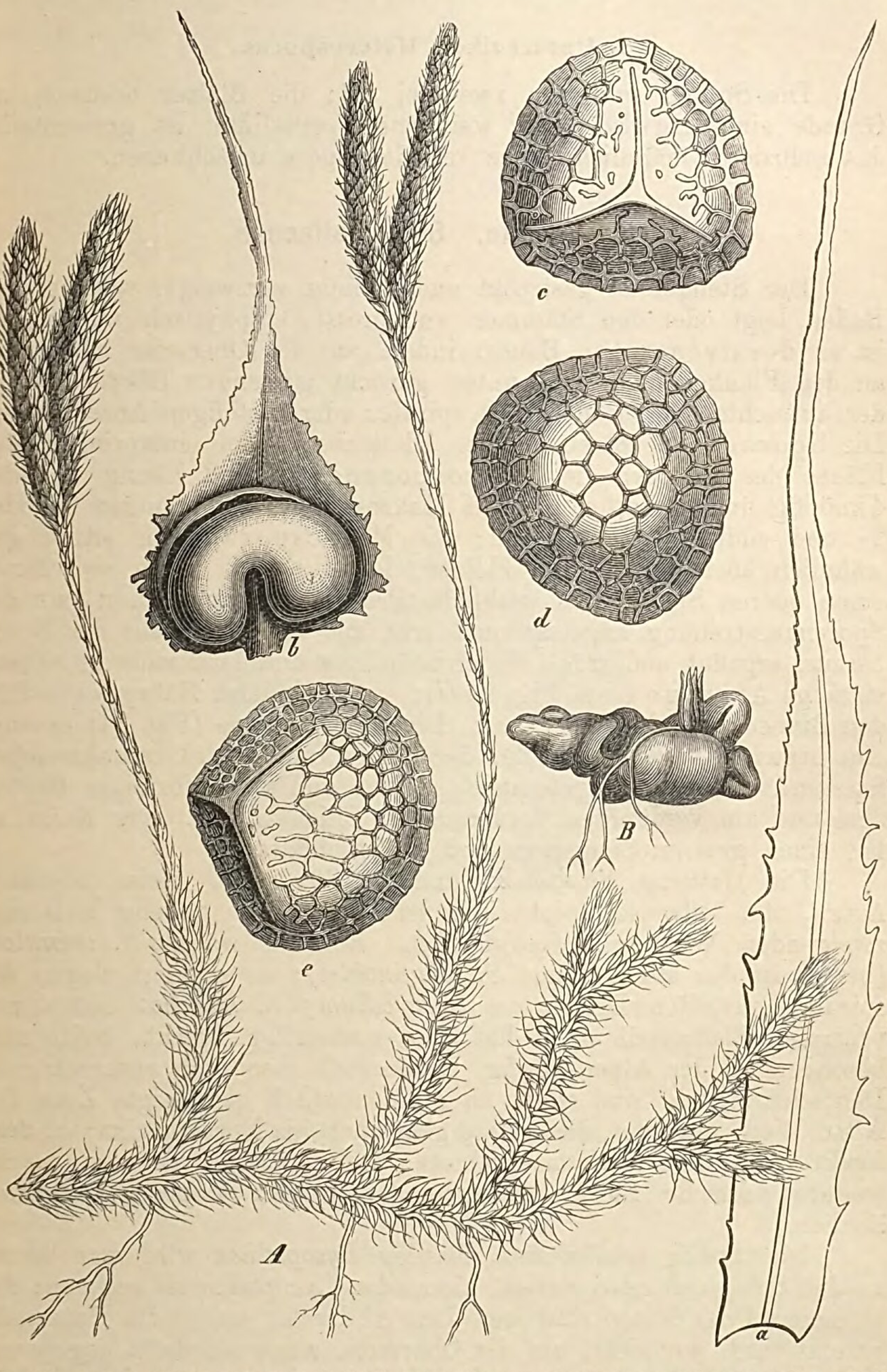


Fig. 83. *A Lycopodium clavatum* mit fertilen Zweigen: *a* ein Blatt vergrössert; *b* Sporophyll mit aufgesprungenem Sporangium; *c—e* Sporen *(Hexenmehl)* von verschiedenen Seiten. — *B L. annotinum*; Prothallium mit junger Pflanze. (Luerssen.)

Psilotum triquetrum findet sich in den tropischen und subtropischen Gegenden beider Hemisphären; *Tmesipteris truncata* aus Australien hat 2fächerige Sporangien.

2. Unterreihe. Heterosporae.

Die Sporen sind von zweierlei Art; die Blätter besitzen am Grunde eine Ligula. Das weibliche Prothallium ist grossenteils, das reduzierte männliche ganz von der Spore umschlossen.

16. Familie. Selaginellaceae.

Der Stengel ist gestreckt und gabelig verzweigt; wenn er am Boden liegt oder den Stämmen angepresst, epiphytisch wächst, so ist er dorsiventralen Baues, indem an der Oberseite kleinere, an den Flanken oder nach unten gerückt grössere Blätter sitzen; der aufrechte trägt Blätter mit spiralen oder wirteligen Anreihungen. Die Sporangien sitzen in der Blattachsel oder entspringen der Fläche des Blattes; die Makrosporangien sind häufig 3- oder 4knöpfig und enthalten meist 4 Makrosporen; sie springen 3- oder 2- und endlich 4klappig auf; die Mikrosporangien sitzen gewöhnlich über jenen, sind kleiner, kugelig und öffnen sich durch einen queren Spalt. Das weibliche Prothallium wird schon vor der Sporenausstreuung angelegt und tritt mit der Spitze aus der Spore heraus, ergrünt und trägt ein endständiges und dann mehrere seitenständige Archegonien (Fig. 84 *H*); ein sekundäres Nährgewebe füllt den Binnenraum der Spore aus. Die Mikrospore (Fig. 84) erzeugt eine einzige vegetative Zelle; der übrige Inhalt wird zu zahlreichen Spermatozoiden aufgebraucht, welche von keulenförmiger Gestalt sind und am verdünnten Vorderende 2 Cilien tragen. Der Keimling hat einen grossen Saugsporn und 2 Keimblätter.

Die Gattung *Selaginella* umfasst 300—400 meist tropische Arten, die teilweise epiphytisch leben und mit gabelig sich verzweigenden Wurzeln befestigt sind. Bei uns wächst *S. spinulosa* (besser ist der ältere Name *S. selaginoides*); sie erinnert wegen der spiralig gestellten Blätter an *Lycopodium; S. helvetica* mit dorsiventralen Blattanreihungen hat eine moosartige Tracht; beide sind besonders in den Alpen häufig, finden sich aber auch anderwärts in Deutschland; sie sind sonst über die nördlich gemässigte Zone der Alten Welt verbreitet, die erstere geht auch bis Nordamerika; *S. denticulata* aus dem Mittelmeergebiete, und in Dalmatien nahe an die weitere deutsche Flora herantretend, ist den tropischen Formen ähnlich.

Die 2zeilig beblätterten, fossilen *Lycopoditen* wird man besser zu den Selaginellaceae stellen, als zu den Lycopodiaceae rechnen; die kleineren Oberblätter sind bei dem Abdruck, wenn die Unterseite gezeigt wird, gar nicht, auf der Oberseite, wenn sie dicht angepresst sind, nur schlecht zu sehen. *Lycopodites primaevus* aus dem Karbon Saarbrückens zeigt sogar Andeutungen einer verkürzten Blüte. Von

jüngerem Vorkommen ist *L. falcatus* aus dem braunen Jura von Scarborough zu erwähnen. Aus den Kieselknollen von Autun hat man Querschliffe erhalten, die eine den Lycopodiaceae- oder Selaginellaceae-Stämmchen ähnliche Struktur zeigen. Ueber *Psilophyton* vergleiche den phytopaläontologischen Teil.

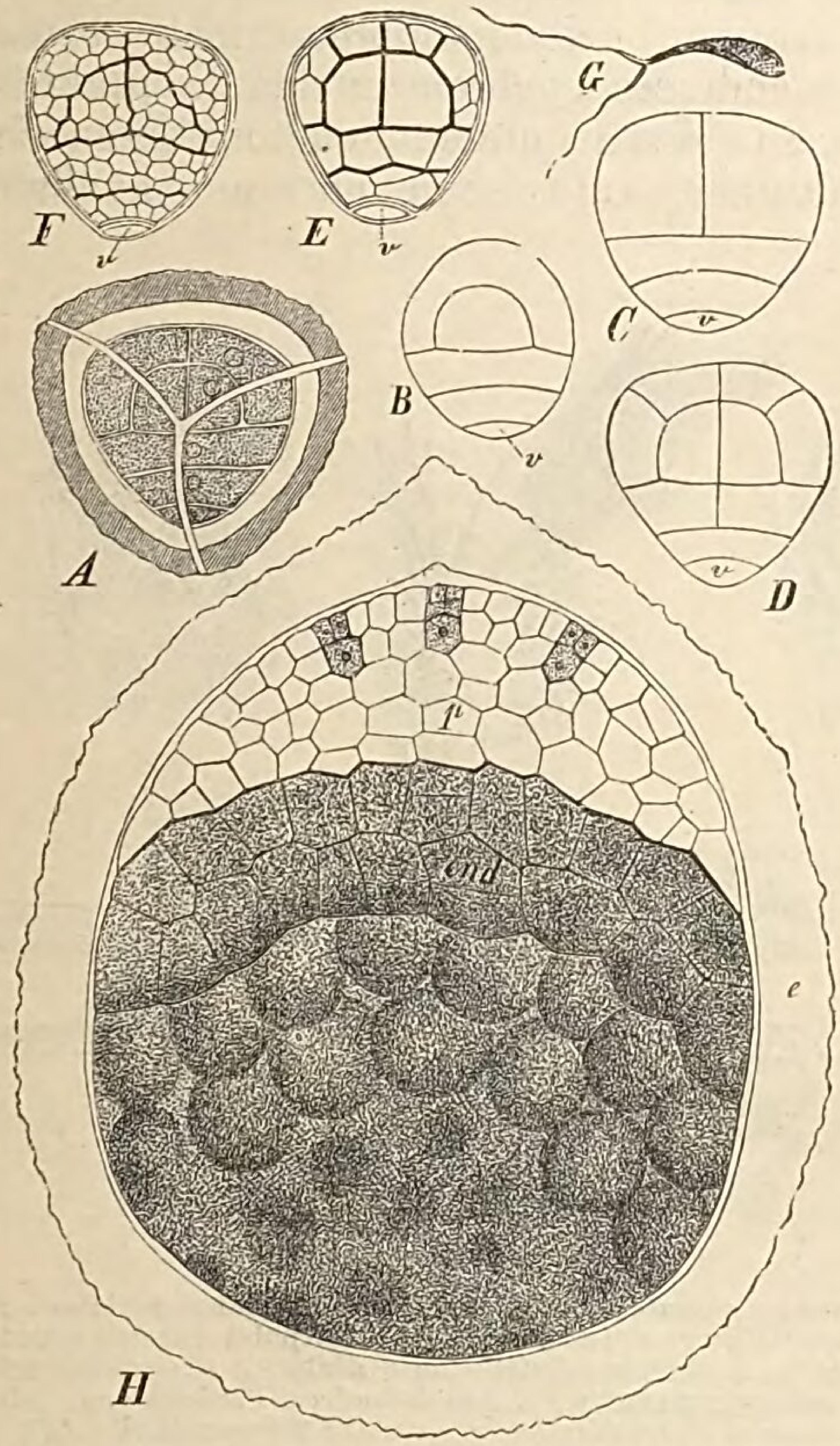


Fig. 84. *Selaginella caulescens* und *S. Martensii*. *A—F* Mikrosporen mit den Zellteilungen, welche der Spermatozoidenbildung vorausgehen: *v* die vegetative Zelle als Rest des männlichen Prothalliums. — *G* Spermatozoid. — *H* Makrospore im Längsschnitte, noch nicht aufgesprungen: *p* Prothallium mit 3 Archegonanlagen; *e* Exospor; *end* secundäres Nährgewebe in der Bildung begriffen. (Luerssen.)

17. Familie. Lepidodendraceae.

Baumartige Gewächse mit reichlicher dichotomer Verzweigung, die zuweilen durch fortgesetzte Förderung des einen Astes ein monochasiales System mit zickzackförmig gebrochenem Sympodium erzeugt. Die Blätter sind spiralig in komplizierten Divergenzen der Hauptreihe oder in schraubig gewundenen Wirteln angeordnet; sie sind pfriemlich, kurz oder grasblattartig und verlängert; sie sitzen auf einem dicken, herablaufenden Blattpolster; über den Blattansätzen ist eine Grube, vor der sich eine Ligula befindet. Die Sporangien-

träger (Blüten) befinden sich oft an dem Ende der Zweige (Fig. 85 *E*); sie sind zapfenförmig und werden aus zahllosen, dachziegelförmig sich deckenden Sporophyllen aufgebaut; oberhalb der von einer Längsfurche durchzogenen Basis befinden sich auf der Oberseite die grossen Sporangien, welche in einzelnen Fällen Makrosporen mit pyramidalen Leisten oder tetraedrisch vereinte, kleinere Mikrosporen enthalten; in anderen Arten hat man beiderlei Sporen nicht beobachten können.

Die Lepidodendraceae gehören zu den charakteristischen Fossilien des Karbons, in dessen unteren und mittleren Schichten sie die grösste Mannigfaltigkeit aufweisen und am häufigsten sind. Aus

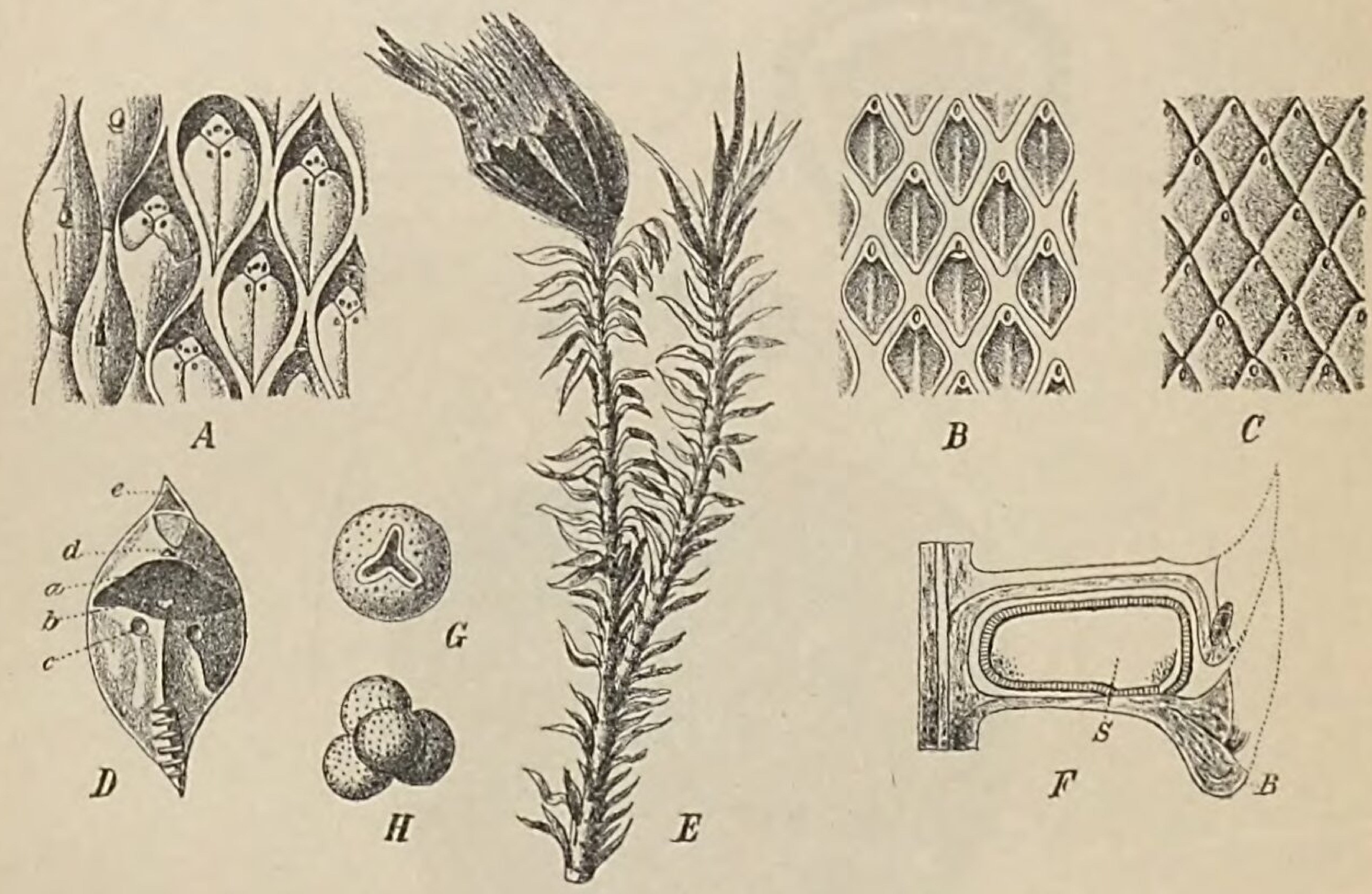


Fig. 85. *A Lepidodendron obovatum*, rechts Hohldruck, links *Aspidiaria; B Bergeria angulata; C Lepidodendron nothum* im Bergeriazustande; *D* Blattpolster durch Ausguss eines Hohldruckes gewonnen, schematisiert: *a* Abbruchstelle des Blattes, *b* Gefässbündel, *c* Gewebelücken, *d* Ligulargrube, *e* Sporangiumansatz; *E Lepidodendron Veltheimianum*, beblattete Zweigenden mit jungem *Lepidostrobus; F Lepidostrobus ornatus*, 2 Sporophylle (*B*), das untere ein Sporangium tragend, *S; G, H Lepidostrobus*-Sporen: *G* Makrospore, *H* Mikrosporentetrade.

dem Rotliegenden sind nur einzelne Reste, z. B. von Autun, bekannt, dagegen kommen sie noch im Unterdevon der Wiedaer Schichten vor; die Reste aus tieferen Horizonten, aus dem Mittelsilur der Cincinnatigruppe und dem Clintonkalkstein obersilurischer Schichten sind sehr zweifelhafter Natur.

Die Stämme können einen Durchmesser von mehr als 1 m erreichen; sie fallen sogleich auf durch eine sehr regelmässige Felderung, die durch spiral geordnete, in deutliche Parastichen gestellte Flächen bewirkt wird oder durch ebenso angeordnete Punktreihen. Die Felder sind die Blattkissen mit den Abbruchstellen der Blätter. Wie bei den Calamitaceae schon gesagt wurde, hat man auch hier die Stämme systematisch nach ihren Merkmalen, die zum Teil gewiss nur aus dem verschiedenen Erhaltungszustand different sind, zu-

sammengestellt. Wenn man diese Reste ausserdem nach ihrer anatomischen Struktur gruppiert hat, so ist es einleuchtend, dass diese beiden Gruppen sich gegenseitig durchkreuzen werden; die lose aufgefundenen, übrigen Organe hat man gleichfalls für sich angeordnet und benannt.

Die wichtigsten Charaktere erwachsen aus der Struktur der Blattpolster und der Abbruchsnarben. Die ersteren (Fig. 85 *D*) haben rhombische Form mit gekrümmten Seitenlinien, wodurch die Umgrenzungen der aufeinanderfolgenden Felder geschlängelt erscheinen. Sie stossen entweder eng aneinander oder sind durch breitere Räume getrennt. In der Jugend verhältnismässig klein, wachsen sie mit der Dickenzunahme der Stämme. Das Polster ist von der Gestalt eines abgestumpften, niedrigen Kegels. Unterhalb der rhombischen oder dreiseitigen Ansatzfläche des Blattes wird es von einer Längskante durchzogen und in 2 „Wangen“ geteilt. An der Spitze der Wangen liegen 2 Grübchen unmittelbar unter der Abbruchfläche, deren Natur noch nicht zweifellos festgestellt ist[1]). Die Wangen sind zuweilen quer gerunzelt, manchmal zeigen sie eine samtartige Oberfläche; diese zarte Chagrinierung wird durch die gewölbten Epidermiszellen bedingt. Die Abbruchfläche des Blattes, nahe an der Spitze gelegen, zeigt 3 Närbchen, von denen das mittlere allein die Blattspur darstellt; die beiden seitlichen sind wahrscheinlich Gewebelücken, Manche halten sie für Harzgänge. Ein kleiner, dreiseitiger, vertiefter Raum oberhalb der Abbruchstelle ist jetzt zweifellos als die Ligulargrube erkannt worden.

Eine sehr bemerkenswerte Erhaltungsform liegt in dem Zustande vor, der *Aspidiaria* genannt, aber schon sehr früh als zu *Lepidodendron* gehörig beurteilt wurde (Fig. 85 *A*). Wenn die Rinde abgelöst und das unter dem Blattpolster gelegene Gewebe fortgeführt wurde oder der darunter befindliche, grosse, lysigene Hohlraum zu Tage trat, so wurde derselbe mit Gesteinsmasse ausgefüllt. Die Oberfläche der rhombischen Füllmasse ist vollkommen ungegliedert, sie wird allein von dem Spurbündel durchbrochen. Ist nur die Epidermis fortgeführt, so entstehen rhombische Felder von einem Längskiel durchzogen. Die Marken auf dem Blattpolster sind bis auf die Blattspur verschwunden, und diese ist ganz an die obere Ecke des rhombischen Feldes gerückt. Solcherart erhaltene Stämme heissen *Bergeria* (Fig. 85 *B, C*).

Unter dem Namen *Knorria* (die wichtigste Art ist *Knorria imbricata*) hat man Stämme beschrieben, welche auf der Oberfläche spiralig gestellte Höcker tragen. Sie sind zweifelsohne ein Erhaltungszustand lepidodendroider Gewächse, welche die Epidermis und einen Teil der Rinde verloren haben. Je nach der Länge, der Form der Spitze, der dichteren oder lockeren Stellung sind viele Arten beschrieben worden. Sie sind im Devon zerstreut, werden im unteren Karbon (Kulm) häufig und verschwinden in den oberen Hori-

[1]) Sie werden von STUR für secernierende Grübchen gehalten, von GERMAR sind sie bei den *Sigillarien* für Stiele von Stacheln, ebendort von RENAULT für Adventivwurzelansätze betrachtet worden.

zonten desselben vollkommen, so dass bemerkt worden ist, dass wenigstens nicht allen *Lepidodendren* der Knorriazustand eigen ist.

Beblätterte Zweige von *Lepidodendron* sind häufig; nirgends aber stehen sie so mit den bestimmbaren Stämmen in Verbindung, dass beider Zusammengehörigkeit sicher zu ermitteln ist. Im allgemeinen haben diese Zweige lycopodienähnliche Tracht, aber vielfach in sehr vergrössertem Masse. Die Zweige sind zuweilen kurz und dick wie bei *Lepidodendron brevifolium*, während sie sich in anderen Fällen reichlich und dichotomisch verzweigen, so dass sie dünn, rutenförmig und schlank werden (*L. selaginoides*). Von besonderer Bedeutung sind auch die Stammabschnitte, welche *Ulodendron* genannt werden. Sie zeigen 2zeilig angeordnete, ausserordentlich grosse, schüsselartig vertiefte Narben, neben deutlichen *Lepidodendron*-Blattnarben, die auch, allerdings meist nicht sehr klar, auf die Schüsselfläche übergehen. An der tiefsten Stelle liegt eine Abbruchsnarbe. Man meint, dass diese Becher sehr umfangreiche Sporangienstände aufgenommen haben; die Vorstellung, dass dort Bulbillen, ähnlich denen von *Lycopodium Selago*, gesessen haben, ist als irrtümlich nachgewiesen worden.

Die Narben von *Ulodendron* findet man auch an Stämmen, die wegen der abweichenden sonstigen Oberflächenstruktur *Bothrodendron* genannt worden sind. Die Abbruchsnarben der Blätter sind sehr klein und die Blattpolster solchergestalt reduziert, dass der Stamm nur von Systemen geschlängelter Linien durchzogen wird, zwischen denen in weiten Abständen die Abbruchsnarben sitzen; sie sind hauptsächlich dem Unterkarbon eigentümlich und im ganzen seltene Erscheinungen. Zu ihnen gehören kurze, fast schuppenförmige, lanzettliche, spitze Blätter.

Lepidophloios (mit *Lomatophloios*) ist durch 4 Reihen von schüsselförmigen Narben gekennzeichnet. Der Stamm ist gepanzert von hoch kegelförmigen, nach unten gerichteten, sich dachziegelig deckenden Blattfüssen. Bei *Halonia* endlich findet man 6—8 Reihen von vorspringenden Höckern, welche von ähnlichen Blattfüssen umgeben werden. Auch diese Höcker werden für die Basen von Blüten bezw. Sporangienständen angesehen.

Die sporangientragenden Sprosse (*Lepidostrobus*) sind in gewissen Fällen mit charakteristischen *Lepidodendron*-Formen zusammenhängend aufgefunden worden: die Abdrücke der Blüten gehören auf Kohlenhalden zu den häufigsten Erscheinungen; verkieselte Stücke sind zwar selten, haben aber die Struktur in der ausgezeichnetsten Erhaltung kennen lernen lassen. Der kegelförmige Körper wird aus dicht dachziegelig deckenden, lanzettlichen Sporophyllen aufgebaut, deren rechtwinklig aufgebogene Spreite zuweilen an der Knickungsstelle einen Fortsatz nach unten schickt (Fig. 85 *F*). Das Sporangium hat auf der Längskante des pyramidenförmig erhöhten Blattgrundes, der sich durch eine Querfalte von der Spreite abhebt, mit wenig umfangreicher Ansatzfläche aufgesessen; es ist verhältnismässig sehr gross, cylindrisch, und vor ihm ist eine kleine Narbe mit einem Spurpunkt, welche wieder die Ligularnarbe darstellt. Die Grösse wechselt zwischen riesigen

Zapfen von $^1/_2$ m Länge und kleinen Körpern, die einer Haselnuss gleichkommen. Was die Sporen anbelangt, so hat man in den Zapfen von *Lepidostrobus Wünschianus* von der Insel Arran und von *L. Levidensis* von Airdrie in Schottland die grossen, plattgedrückten Makrosporen zu wenigen in den Sporangien und die Mikrosporen als feinkörnige Masse in dem oberen Teile des Zapfens gesehen. Makrosporen zeigt die Kohle von Airdrie in Menge; zuweilen sind sie so gross, dass sie mit blossem Auge erkannt werden. Die in tetraedrische Gruppen gelagerten Makrosporen eines Zapfens aus Halifax besitzen röhrenförmige Fortsätze an den Spitzen; ausserdem ist die Exine mit Fasern bekleidet; auch die Sporen eines Zapfens von Burntisland wiesen eine ähnliche, aber dichtere Skulptur auf. Derselbe Zapfen enthält im oberen Teile tetradisch verbundene Mikrosporen (Fig. 85 *H*). In einem anderen Zapfen aus der gleichen Gegend tragen die Makrosporen an der Basalfläche einen wurstförmigen, hohlen Schlauch, welcher ein Homologon zu den Luftsäcken des Coniferenpollens ist; in den Sporen wurde Zellgewebe gesehen, das mit den Prothallienbildungen des Cordaitenpollens verglichen werden muss.

Die anatomische Struktur der *Lepidodendren* ist durch mehrere verkieselte oder verkalkte Reste genauer bekannt geworden. In allen Fällen zeigen sie einen zentralen Strang von Gefässbündeln, an welche die Blattspuren ansetzen, und eine oft sehr mächtig entwickelte Rinde. Man hat die ziemlich grossen Variationen in folgende Typen gebracht: Der Typus des *L. rhodumnense* enthält einen homogenen, allein aus Treppentracheiden aufgebauten Zentralstrang, an dessen Peripherie kleine zahnartige Vorsprünge die Ansätze der Blattspuren sind. Er wird umgeben von einer Schicht zarter, parenchymatischer Zellen, die man für eine Schutzscheide gehalten hat, die aber vom Grafen Solms als zum Leptom gehörig erkannt worden ist. Die innerste Rindenschicht bestand wahrscheinlich aus Schwammparenchym, sie ist zerstört; in der Aussenrinde finden sich reichliche Sklerenchymplatten, welche bei radialem Verlauf sich wellenförmig bald entfernen, bald berühren. Sie müssen bei der teilweisen Zerstörung die sehr eigentümliche *Dictyoxylon*-Struktur erzeugt haben.

Der Typus von *Lepidodendron vasculare* zeigt einen zentralen, schwachen Holzcylinder aus Netz- und Treppentracheiden, dem sich ein einseitig stärker entwickelter, wenig umfangreicher Ring von Sekundärholz anlegt. Die Rinde ist um vieles mächtiger als dieser. Die Innenrinde, wahrscheinlich aus lockerem Parenchym, ist stets verschwunden. In der äussersten Schicht liegen die Blattfüsse, die aus derbem Parenchym aufgebaut werden; nach innen zu wird dasselbe dickwandiger und geht in Sklerenchym über. An dieser Stelle löst sich die Rinde leicht ab und hängt gewöhnlich in unregelmässigen Fetzen am Stamme. Die Mittelrinde ist dem Umfang nach der grösste Teil. Radiale Lücken durchziehen sie, an deren einer Seite die Blattspurbündel hinlaufen. Die Gewebe sind parenchymatisch; die äussere Seite wird aus regelmässigen Reihen vierseitig prismatischer Zellen aufgebaut, welche sichtlich einem Meristem entstammen. Die fortdauernde Thätigkeit desselben übernimmt das Dickenwachstum

der Rinde und somit des Stammes. Man hat diese Schichten für Kork gehalten, eine Ansicht, die deswegen nicht stichhaltig sein kann, weil bei Anwesenheit dieses Gewebes die Aussenrinde sehr bald nicht mehr ernährt werden konnte und in Wegfall gekommen sein musste.

Ein dritter Typus ist der des *Lepidodendron Harcourtii*, welcher sich dadurch unterscheidet, dass das sekundäre Holz gar nicht oder nur sehr spärlich und dann einseitig entwickelt ist. Die Rinde ist im Verhältnisse zum Zentralstrange noch umfangreicher, zeigt aber nicht jene regelmässige Reihenbildung der Zellen im Periderm. Der Zentralcylinder ist an der Peripherie mit zahlreichen scharfen Zähnen versehen, welche den Ansätzen der Blattspuren entsprechen; ein binnenständiger, parenchymatischer, markartiger Cylinder wird von einem nach innen scharf begrenzten Ring trachealer Elemente umgeben.

Die systematische Stellung der *Lepidodendren* wird sich dahin präzisieren lassen, dass sie Verwandte der *Selaginellen* sind; die gesicherte Beobachtung der Heterosporie und das Vorkommen der Ligula sind die besten Bürgen hiefür. Man wird indes nicht überrascht sein dürfen, wenn gewisse Formen sich später als isospor erweisen sollten, da in gewissen *Lepidostroben* Makrosporen nicht gefunden worden sind. Die Möglichkeit ist freilich nicht ausgeschlossen, dass nur wenige der letzteren vorhanden gewesen sind, wie ja bei *Selaginella spinulosa* nur das unterste Sporophyll solche hervorbringt; auch eine Verteilung der Sporen auf verschiedene Sprosse ist vielleicht vorgekommen.

Wie bei den Calamitaceen schon bemerkt wurde, so haben die Franzosen auch in der Verwandtschaft von *Lepidodendron* jene Scheidung in Pteridophyten und Gymnospermen vorgenommen, die sich nur auf das Vorhandensein von Sekundärholz und das Fehlen desselben gründet. Sie haben alle die Stämme von der ersterwähnten Beschaffenheit (also den *Vasculare*-Typus) zu den sogleich zu besprechenden *Sigillarien* gebracht und diese für Gymnospermen gehalten, während sie die Stämme vom *Rhodumnense*-Typus allein als *Lepidodendren* ansahen. Die Sporangienstände der ersteren wurden dadurch zu männlichen Blüten, eine Ansicht, die man besonders durch das Vorkommen von tetradisch verbundenen Geschlechtszellen zu stützen versuchte. In der That ist dies bei den Siphonogamen nicht ungewöhnliche Verhalten bei den Kryptogamen nicht beobachtet worden. Jene Annahme wird aber schon dadurch beseitigt, dass man Zapfen mit Mikro- und Makrosporen vom *Vasculare*-Typus kennt.

18. Familie. Sigillariaceae.

Baumartige Gewächse mit völlig fehlender oder spärlicher dichotomischer Verzweigung. Die Blätter sind in auffallend deutliche Orthostichen gestellt, d. h. sind also im Gegensatz zu der spiralen Anreihung in der vorigen Familie gerade und häufig quirlig geordnet; sie sind lang und schmal und sitzen ebenfalls auf stark

entwickelten Blattpolstern. Die Sporangienstände sind zapfenartig und haben bisher nur einerlei Sporen geliefert, die aber wegen der Grösse Makrosporen sein dürften.

Die *Sigillarien* treten erst im Karbon auf und sind auch noch in den untersten Lagen desselben äusserst selten; ein ausserordentliches Anschwellen des Vorkommens macht sich im mittleren Karbon geltend (Saarbrückener und Schatzlarer Schichten), um im untersten Rotliegenden (von Autun, Schmalkalden u. s. w.) allmählich zu verschwinden[1]). Aeltere Vorkommnisse werden bis zu dem Unterdevon erwähnt, die betreffenden Reste sind aber wohl ohne Zweifel keine *Sigillarien*.

Nach der äusseren Form und Verteilung der Narben hat man 4 Gruppen, welche Gattungen genannt worden sind, unterschieden. Bei *Rhytidolepis* (mit *S. Saullii*) finden wir einen Stamm, der von schwach gewölbten, durch seichte geradlinige Furchen getrennten Längsrippen durchzogen wird. Auf ihnen sitzen in grösserer Entfernung voneinander die Blattnarben von gerundet 6seitiger Gestalt, welche an Siegelabdrücke erinnert. Ihre Blattspur liegt nicht wie bei *Lepidodendron* nahe an der Basis der Narbe, sondern in der Mitte oder im oberen Teile; neben ihr befinden sich wieder zwei kommaartige Strichelchen (Fig. 86 *A*).

Die Gruppe *Favularia* (*S. hexagona*) unterscheidet sich dadurch, dass die Blattpolster mit den Narben näher aneinander rücken und durch quere Furchen voneinander getrennt sind. Wenn auch die Orthostichen[2]) sehr deutlich hervorspringen, so treten doch nun die Längsrippen der Stämme mehr zurück. Dafür sind die Polster mit scharf rechteckigen Narbenmarken viel schärfer individualisiert; sie schieben sich mit den scharfen Ecken ineinander und bilden Reihen mit alternierenden Gliedern (Fig. 86 *B*).

Noch weiter greifen die Polster mit den scharfen Winkeln in die Lücken, welche zwei benachbarte Polster zwischen sich lassen, bei der Gruppe *Clathraria* (*Sigillaria Menardii*), so dass die Rippen völlig verschwinden (Fig. 86 *C*). Durch diese Anordnungen werden bei der ersten Betrachtung die Parastichen fast sinnfälliger als die Orthostichen. Die *Sigillarien* können dann gewissen *Lepidodendren* sehr ähnlich werden; die oben und unten gleichförmige Ausbildung der Blattpolster und die Grösse der Blattnarben unterscheidet sie aber.

Diese 3 Gruppen sind durch Uebergänge miteinander verbunden; isoliert dagegen steht *Leiodermaria* (*Sigillaria spinulosa*), bei welcher die Narben unmittelbar auf der Stammoberfläche sitzen und nicht von einem Polster getragen werden (Fig. 86 *D*). Sie sind besonders in den jüngeren Etagen des Vorkommens entwickelt, finden sich aber auch noch in den Saarbrückener Schichten. Die erwähnte Art zeigt unterhalb der Abbruchsmarke des Blattes einzelne oder gepaarte Närbchen,

[1]) Hier ist allerdings anzufügen, dass von manchen Phytopaläontologen noch ein im oberen Buntsandstein vorkommender Rest zu *Sigillaria* gezählt wird (*S. oculina*).

[2]) In neuerer Zeit will man in ihnen nur sehr steil aufgerichtete Parastichen erkennen.

die von GERMAR für Stachelansätze, von RENAULT für von Adventivwurzeln herrührende Narben gehalten worden sind; dieser letzten Anschauung würde sich eine neuerdings von POTONIÉ geäusserte Meinung anschliessen, dass die Narben überhaupt keine normale Erscheinung sind, sondern von Wurzeln herrühren (Appendices, s. unter *Stigmaria*), welche einem auf dem Boden liegenden, aber noch lebenskräftigen Stamme nach seinem Sturze entsprossen sind. Aehnliches lässt sich an lebenden Pflanzen beobachten; die Seltenheit sowie die Unregelmässigkeit des Vorkommens würde durch diese Vermutung erklärt werden. Bei den Gruppen *Clathraria* und *Leiodermaria* finden

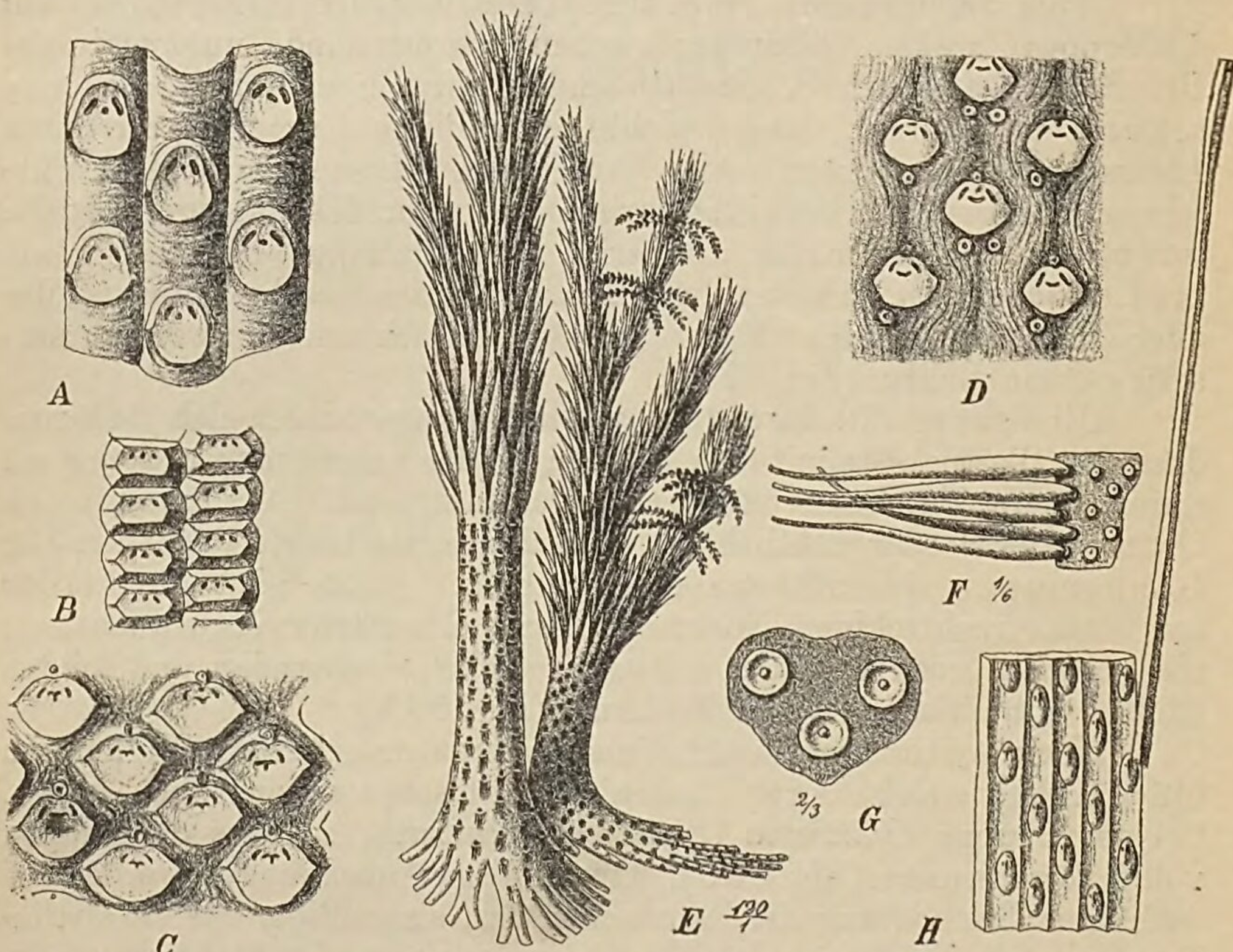


Fig. 86. *A—D* Blattnarben von *Sigillarien*. *A Sigillaria Saullii*; *B S. hexagona* (Favularia); *C S. Brardii* (Clathraria); *D S. spinulosa* (Leiodermaria); *E Sigillaria* Tracht; *F Stigmaria ficoides* mit Appendices; *G* Abbruchsnarben an *Stigmaria*; *H* Blatt und Blattnarben von *Sigillaria*.

sich oberhalb der Abbruchsnarbe kleine Grübchen, zuweilen mit federbuschähnlicher Zeichnung, welche als Ligularnarben gedeutet werden müssen, so dass wenigstens diese beiden zu den Ligulaten zählen werden.

Dem *Aspidiaria*-Zustand von *Lepidodendron* entsprechend sind die Steinkerne der *Sigillarien*, welche man *Syringodendron* genannt hat; doch sind die rhombischen Felder an Stelle des einen senkrechten Striches in der Blattspur mit drei derselben behaftet.

Zu den *Sigillarien* rechnet man lange, linealische, mit einem unten stark vorspringenden Mittelnerven versehene Blätter, die man um und an den Stämmen gefunden hat (Fig. 86); es ist bis jetzt

aber noch nicht gelungen, den Ansatz derselben an die Polsternarbe nachzuweisen.

Die meisten *Sigillarien* sind völlig unverzweigt; nur ein sicherer Fall von Dichotomie liegt in *Sigillaria Eugenii* aus dem Kulm von Ostrau vor. Unverzweigte Stämme mit kuppelförmigem apikalem Abschlusse hat man von einer Länge bis zu 6 m und einem Durchmesser von fast 1 m gefunden (Fig. 86 *E*).

Neben den Fragmenten von *Sigillaria*, welche eine ungestörte Regelmässigkeit in der Anreihung der gleichgestalteten Blattansätze zeigen, finden sich auch solche, die mit Narben von anderer Form behaftet sind. Diese sind von kreisförmiger oder eckiger Gestalt; in ihrer Mitte ist eine umfangreiche Spur, von der aus radial verlaufende Runzeln bemerkt werden. Sie stehen entweder in einfachen Reihen oder in solchen, die sich nach oben zu gabeln. Man hat in ihnen die Narben von Sporangienständen erkannt, welche in bestimmten Zonen ringförmig um den Stamm verteilt gewesen sind.

Sporangienstände oder Blüten, die unzweifelhaft zu *Sigillaria* gerechnet werden müssen, gehören zu den grössten Seltenheiten; man hat zwar manche Zapfen, die denen von *Lepidodendron* ähnlich sind, als *Sigillariostrobus* beschrieben und auch Sporen nachgewiesen; aber mit unbedingter Sicherheit können nur einige von Zeiller im Departement du Nord gefundene Zapfen dafür angesprochen werden: denn die Narben auf den Stielen derselben sind denen der *Sigillaria scutellata* ähnlich. Auf den verschmälerten Polstern der breitlanzettlichen, sparrig abstehenden Blätter liegen nur einerlei Sporen, deren Grösse indes der Vermutung Raum gewährt, dass sie Makrosporen sind.

Reste von sicher bestimmbaren *Sigillarien* mit erhaltener Struktur sind ebenfalls nur äusserst sparsam beobachtet worden. Ein solches Stück von *S. Menardii* aus den Kieseln von Autun lässt einen Kranz von aneinanderstossenden Trachealbündeln erkennen, die im Querschnitte halbmondförmige Figuren ergeben; die konvexe Seite der Bündel ist nach innen gewendet. Sie werden nur von Leitertracheiden aufgebaut und an sie lehnen sich die Blattspuren an. Nach innen zu umschliessen sie ein wahrscheinlich parenchymatisches Mark, das aber ausgefallen ist, während nach aussen hin sekundäres Holz folgt, das durch Primärmarkstrahlen in Keile gesondert erscheint. Durch Fascicularstrahlen sind die normal gebauten Keile in Platten zerlegt. Die Rinde zeigt zwei allmählich ineinander übergehende Schichten, von denen die innere jene regelmässige Zellanordnung zeigt, welche dem Periderm mancher *Lepidodendren* eigen ist, während die äussere aus gewöhnlichen isodiametrischen Zellen zusammengesetzt wird.

Während diese Art zu den *Clathrarien* gehört, ist eine zweite, *S. spinulosa*, zu *Leiodermaria* zu zählen. Diese zeigt auf dem Querschnitte eine Zerklüftung der inneren Trachealzone in einzelne isolierte Bündel, an die ein kompakter Mantel des Sekundärholzes anstösst. Die Rinde hat an der Peripherie *Dictyoxylon*struktur.

Was die systematische Stellung anbetrifft, so kann man wohl annehmen, dass die *Sigillarien* heterospore Gefässkryptogamen gewesen sind, wenn auch die Franzosen wiederum einen Teil von ihnen aus-

geschlossen und zu den Gymnospermen gebracht wissen wollen. Namentlich hat Renault diese Differenz betont, indem er die eine Hälfte als *Leiodermarieae* mit glatter Rinde in die Nachbarschaft der Cycadaceae setzt, während er die echten *Sigillarieae* mit gefurchter Rinde in der Nähe von *Isoëtes* unterbringt. Nach den bei den Calamitaceae und Lepidodrendraceae gegebenen Auseinandersetzungen kann weder der Holzzuwachs, noch die hier besonders betonte Struktur der Blattspuren eine solche Scheidung rechtfertigen.

Zum Schluss ist an dieser Stelle noch eine Reihe von fossilen Resten zu besprechen, welche in der Gestalt cylindrischer, mit regelmässig gestellten, kreisförmigen Narben bedeckter Stämme vom Devon bis in das Rotliegende, in ausserordentlicher Menge aber im Karbon gefunden werden. Sie führen den Namen *Stigmaria*; die gemeinste ist *St. ficoides*, welche vom Culm bis zum Obercarbon sehr häufig ist. Die *Stigmarien* erreichen eine Länge von 6, zuweilen sogar von 9 m; sie verzweigen sich wiederholt dichotom in einer Ebene und sind nicht selten mit eigentümlichen langcylindrischen, nach der Spitze zu sich allmählich verjüngenden, am Ende abgerundeten Anhängseln (Appendices) (Fig. 86 *F*) versehen, die ringsum von der Achse ausstrahlend das Gestein durchsetzen. Wenn sie abbrechen, hinterlassen sie scharf konturierte, kreisförmige Marken (*G*), die im Inneren eine zweite Kreislinie aufweisen; in der Mitte befindet sich dann ein punktförmiger Höcker. Die Appendices weisen in seltenen Fällen eine Gabelung auf; auf der Oberseite hat man an der Gabelungsstelle einen eiförmigen Körper sitzen sehen, der für ein Fruktifikationsorgan gehalten wurde.

Auf den Querschnitten von *Stigmaria*steinkernen erkennt man oft sehr scharf einen inneren, stets excentrisch gelegenen Kern, der sich leicht herausschlagen lässt. Er ist der Ausguss eines centralen, von Holz umgebenen Cylinders, welcher aus der Mitte rückte, sobald die zwischen ihm und der Rinde gelegenen Gewebe zerstört wurden. Zuweilen steht er auch, wenn die *Stigmaria* gespalten wurde, mit dem umgebenden Gestein in Verbindung; ja er kann sogar aus jener herausgerutscht sein und frei in der Felsmasse gefunden werden.

Die *Stigmarien*achsen enden an der Spitze entweder unter sehr geringer Verjüngung, mit kurzer Rundung, oder sie nehmen sehr allmählich an Grösse ab und können dann bis zu einem Durchmesser von 5 mm herabsinken. Die Appendices werden immer kleiner, rücken näher aneinander und schliessen vorwärts gerichtet über dem Ende der Achse nach Art einer Knospe zusammen. Diese Bildung deutet mit Sicherheit darauf hin, dass die *Stigmarien* in einem weichen, breiartigen Medium vegetiert haben und in der That findet man häufig, dass sie andere erweichte Pflanzenteile, ja selbst ihre eigenen Genossen durchwachsen haben. Die Struktur der *Stigmarien* weist einen ziemlich umfangreichen Holzkörper auf, der durch Primärstrahlen in einzelne Keile zerlegt ist; Initialbündel sind nicht zu erkennen. Er besteht aus Treppentracheiden und wird von sekundären Markstrahlen durchzogen. Die regelmässigen Reihen jener

verwischen sich nach aussen hin. Das Zentrum des Stammes ist sicher in vielen Fällen von dünnwandigem Parenchym, dessen Reste dem Holze zuweilen anhängen, erfüllt gewesen; doch scheint auch ein zentraler Tracheidenstrang vorhanden gewesen zu sein. Die Rinde der *Stigmarien* ist nur sehr selten erhalten und wenn sie vorhanden ist, sind die inneren Partien, die wohl aus leicht vergänglichem Parenchym bestanden haben, stets zerstört. Der äussere Teil aber, welcher die Appendices trägt, ist aus derbwandigen, isodiametrischen Parenchymzellen aufgebaut; an diese schliesst sich nach innen zu ein Gewebe aus regelmässig gereihten Parenchymzellen, welches seinen Ursprung wohl zweifellos einer sekundären Meristemzone verdankt. Sie wird von den Spuren der Appendices durchsetzt, welche an dem Dickenwachstum des Körpers teilnehmen.

Die Struktur der Appendices ist ebenfalls nicht sehr häufig derart erhalten, dass man ihren Bau gut zu erkennen vermag. Die Peripherie wird von einem dünnen, parenchymatischen Gewebe gebildet, auf das gemeiniglich eine grosse Lücke folgt, indem das dort befindliche Gewebe ausgefallen ist. Dann erscheint ein zweites Parenchymrohr, in welchem sich wieder frei der Zentralcylinder befindet. Die Beschaffenheit des letzteren ist mannigfach, zeigt aber im allgemeinen einen der Dreiecksform sich nähernden Querschnitt; er ist aus Treppentracheiden verschiedener Weite zusammengesetzt.

Gegenwärtig ist die Ansicht allgemein angenommen, dass die *Stigmarien* unterirdische oder wenigstens basale Teile der *Lepidodendron* und *Sigillarien* sind. Man hat jetzt schon zahlreiche, zum Teil sehr mächtige, bis über 1 m im Durchmesser haltende Stämme derselben gefunden, welche am Grunde in *Stigmarien* übergehen. Betrachtet man diese Gebilde von unten, so sieht man, dass ihr Boden flach oder konkav gekrümmt ist und von vier Furchen durchkreuzt wird, welche einer doppelten Dichotomie entsprechen. Der Stamm sitzt also auf einem System von 4 sich nahezu rechtwinklig kreuzenden, wurzelartigen Gebilden. Sind noch mehr derselben an der Stammbasis vorhanden, so hat eine abermalige Dichotomie in unmittelbarer Nähe stattgefunden. Auf der Unterseite der Hauptäste hat man an den Gabelungsstellen grosse Narben gefunden, deren Natur noch vollkommen zweifelhaft ist. Die Struktur der Stämme ist nicht immer derartig erhalten, dass man ganz sicher die Gattung erkennen kann, indes ist sie doch manchmal derart, dass die Verbindung von *Stigmaria* mit *Lepidodendron* oder *Sigillaria* als gewährleistet erscheint. Von den in Deutschland gefundenen Beweisstücken ist der riesige Stamm vom Piesberge bei Osnabrück das wichtigste.

Die Frage, ob die *Stigmarien* Wurzeln oder Rhizome seien, hat man zu Gunsten der letzteren entschieden und sie mit den habituell ähnlichen Wurzelträgern einzelner *Selaginellen* verglichen. Die Appendices können aber den Wurzeln nicht unmittelbar gleich gesetzt werden; gegen eine solche Homologie spricht das Fehlen der Wurzelhaube und die knospenartige Zusammenstellung an der Spitze der Rhizome; dass sie zur Aufnahme der in dem Substrat enthaltenen Stoffe fungiert haben, kann nicht bezweifelt werden, und so ist

man denn geneigt, sie als Blätter anzusehen, die zu besonderen physiologischen Zwecken umgestaltet worden sind.

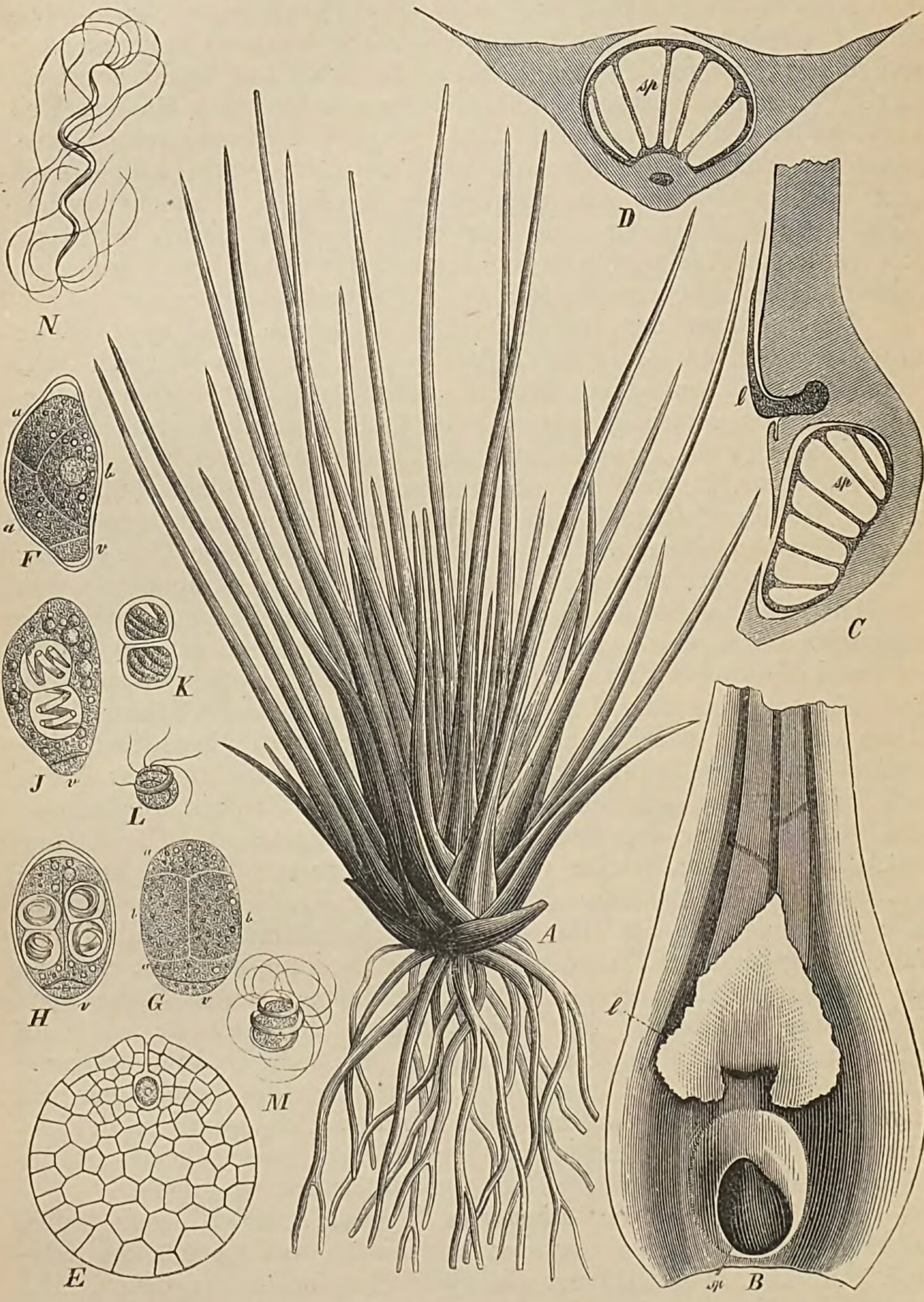


Fig. 87. *Isoëtes lacustris.* *A* Die ganze Pflanze; *B* Grund eines fertilen Blattes: *l* die Ligula, *sp* das Sporangium, an den Rändern von einem unvollständigen Schleier umzogen; *C* und *D* Längs- und Querschnitt durch den Blattgrund; *E* Prothallium einer Makrospore; *F—J* Mikrosporen, in der Entwickelung der Spermatozoiden: *v* die vegetative Zelle als Rest des männlichen Prothalliums, *a* die beiden Rückenzellen, welche je 2 Spermatozoiden erzeugen, *b* die verschwindende Bauchzelle; *K* Teilung einer der Rückenzellen; *L—N* Spermatozoiden (nach Luerssen, Hofmeister und Sachs).

19. Familie. Isoëtaceae.

Der Stamm dieser krautartigen, mehrjährigen Pflanzen ist knollenförmig und häufig gelappt; er besitzt ein sekundäres Dickenwachstum. Die Blätter sind spiralig gestellt, binsenförmig, von Luftkanälen durchzogen und sitzen mit scheidiger Basis auf; oberhalb derselben befindet sich eine Ligula. Die Sporangien sind in einer Vertiefung oberhalb der Blattbasis und unterhalb der Ligula eingebettet; die Makrosporangien werden von den äusseren, die Mikrosporangien von den inneren Blättern hervorgebracht; beide sind bohnenförmig, 2- bis 4fächrig, und werden durch Zersetzung der äusseren Haut geöffnet; sie enthalten zahlreiche Sporen. Die Prothallien bleiben in den Zellen eingeschlossen. Der Embryo hat nur ein Keimblatt.

Die einzige Gattung *Isoëtes* umschliesst sowohl land- als wasserbewohnende Arten; bei uns finden sich nur *I. lacustris* und *I. echinospora* in tieferen Seen des flachen Landes in Norddeutschland, oder im Gebirge; die letztere unterscheidet sich durch lange zerbrechliche Stacheln auf den Makrosporen. Fossil sind zwei Arten aus dem Tertiär von Oeningen und der Wetterau bekannt.

Morphologie. Zwischen den sporentragenden Blättern eines Jahrescyklus und denen des folgenden ist eine Reihe von sterilen, entweder nur durch geringere Grösse oder durch niederblattartige Beschaffenheit, knorpelige Textur und bräunliche Färbung (bei landbewohnenden Arten) ausgezeichneten Blättern eingeschaltet. Die Sporangien entstehen (nach Art der Eusporangiaten) aus einem Zellkomplex und sind durch Zellfäden und Platten unvollständig gefächert. Das weibliche Prothallium tritt nur mit dem archegonientragenden Scheitel ein wenig aus der Makrospore hervor. Die Archegonien entstehen zuerst einzeln an dem Scheitel; erst wenn keine Befruchtung erfolgt, erscheinen mehr (bis 8) in absteigender Folge; sie sind tief in das Gewebe eingesenkt und nur die oberste der Halszellen ragt über das Prothallium hervor. Die sehr zahlreich in einem Mikrosporangium befindlichen Mikrosporen bringen eine vegetative Zelle hervor und 4 fertile Zellen, von denen aber nur zwei Spermatozoiden erzeugen. Bei *I. lacustris* hat man an Stelle der Sporangien adventive Knospen gefunden, deren Entwickelung in den ersten Anfängen jener der Sporangien gleich ist.

Vergleichende Darstellung

der Befruchtungsverhältnisse bei den Zoidiogamae und ihre Verbindung mit den Siphonogamae.

Nachdem wir bisher die Gestaltungsverhältnisse der einzelnen Gruppen und deren Entwickelung auseinandergesetzt haben, ist es jetzt an der Zeit, dieselben nochmals im Zusammenhange durch die ganze 3. Abteilung des Gewächsreiches zu verfolgen. Wir sind erst jetzt im stande, nach der Kenntnis der Einzelheiten, die merkwürdigen Beziehungen durch den Vergleich aufzudecken, die Homologien der Organe unter sich festzusetzen und dann auch die Verbindung herzustellen, welche jene „niederen" Pflanzen mit den „höheren", den Siphonogamae (*Phanerogamae*), verknüpft. Die tiefe Kluft, welche sich früher zwischen diesen Hauptabteilungen aufthat, ist hauptsächlich durch die Forschungen der neueren Zeit geschlossen worden, indem man es verstanden hat, auch aus den verwickelten Verhältnissen die einheitlichen und gemeinschaftlichen Grundzüge herauszuschälen. Gleich von vornherein sei besonders hervorgehoben und nachdrücklichst betont, dass der Hauptcharakter der Veränderungen in folgendem Satze sich ausspricht: Je höher wir in den Formenreihen aufsteigen, desto weitergehende Reduktionen treten in den Generationsorganen ein.

I. Die ungeschlechtliche *(embryonale)* Generation.

Bei den **Moosen** stellte sie sich uns aus der befruchteten Eizelle entwickelt dar, als das Sporogonium, in dem wir ein hoch entwickeltes, ausserordentlich differenziertes Sporangium erkennen müssen. Die **Leitbündelkryptogamen** (*Pteridophyta*) dagegen bieten uns die ungeschlechtliche Generation in der Form einer hoch entwickelten Pflanze, an welcher wir fast stets Stengel, Blätter und echte Wurzeln unterscheiden können. Auf ihren Blättern, selten in der Achsel derselben entstehen die Sporangien. Bei den Anfangsgliedern der **Filicales** unterscheiden sich die fertilen Blätter in

nichts oder nur unwesentlich von den sterilen. Es kommt jedoch auch schon hier vor, dass in ziemlicher Regelmässigkeit vom Vegetationspunkte eine Anzahl von sterilen Blättern ausgegliedert wird. auf welche dann einige fruchtbare folgen, die dann wieder von unfruchtbaren abgelöst werden (*Onoclea*): eine Bildung, die man schon als Andeutung einer Blüte aufzufassen berechtigt ist. Viel weiter gehen hierin schon die **Equisetales** und **Lycopodiales.** Bei den *Equisetaceae* ist bereits eine auffallende Arbeitsteilung eingetreten. Hier schliesst das Wachstum der mit gewöhnlichen, sterilen, häufig assimilierenden Blättern besetzten Achse mit einer typischen Blütenanlage ab, d. h. an dem Achsenende finden wir mehr oder minder dicht gedrängte fertile Blätter vor, welche weit von den sterilen verschieden sind, ja sogar häufig von einer Hochblattbildung umhüllt werden (*Annulus*); sie macht einen Uebergang der gewöhnlichen Laubblätter zu den fertilen aus. Bei *Selaginella* und *Isoëtes* geht die Differenziation noch weiter, da wir hier Makro- und Mikrosporangien entwickelt und auf verschiedene Blätter verteilt finden. In der That dieselben Verhältnisse, nur weiter entwickelt, beobachten wir nun bei den **Siphonogamae** (*Phanerogamae*). Hier sind die Blätter, welche die männlichen Sporen tragen (Fruchtblätter mit Antheren oder Pollensäcken = Mikrosporangien, Pollenkörner = Mikrosporen), auffallend verschieden von denjenigen, welche die weiblichen Organe zur Entwickelung bringen (Fruchtblätter mit Samenanlagen, deren Knospenkern [Nucellus] = Makrosporangium). Häufig sind diese fertilen Blattorgane hier dann noch von sterilen, mehr oder weniger auffallend gefärbten Blattgebilden umgeben, welche zwar für den gewöhnlichen Sprachgebrauch etwas zum Begriff der Blüte gehöriges bilden, in Wirklichkeit dagegen nur von sekundärer Bedeutung sind.

Bei den niedrigsten Formen der Farne stehen die Sporangien in grosser Zahl zusammen in „Fruchthaufen“ (*Sorus*). Eine Reduktion finden wir bei den höher stehenden Farnen schon in der Weise, dass hier in jedem Sorus nur noch wenige Sporangien (bei den *Gleicheniaceae* nur noch 3—4) zu finden sind. Weiter sehen wir, dass die Sporangienblätter der *Equisetaceae* nur noch wenige Sporangien an der Unterseite tragen. Bei den **Lycopodiales** endlich treffen wir die Sporangien einzeln auf dem Basalteile der Oberseite der fertilen Blätter.

Auf der anderen Seite nun tragen die Sporophylle, „Staubblätter“, der **Cycadaceae** (schon zu den Siphonogamae gehörig) auf ihrer Rückenseite grosse Mengen von Pollensäcken (Mikrosporangien), welche hier sogar noch zu echten Sori (zu 3, 4, 5) zusammengestellt sein können. Bei den **höheren Gymnospermae** wird die Zahl der Sporangien an den Sporophyllen immer mehr verringert. Die *Abietineae* tragen an ihren Sporophyllen stets nur noch 2 Pollensäcke. Bei den **Angiospermae** ist die Anzahl der Pollensäcke (= Antherenfächer) an jedem Staubblatt sehr konstant geworden. Von seltenen Ausnahmen abgesehen, beträgt dieselbe nämlich stets 4.

Was die Fruchtblätter der **Siphonogamae** betrifft, so finden wir hier den einfachsten Fall z. B. bei *Cycas revoluta;* sie ist dadurch ausgezeichnet, dass einzelne der Blätter in ihrem oberen Teil noch regelmässig fiederteilig sind, an Stelle der Fiedern sind aber im unteren Teil des Blattes Samenanlagen entwickelt, deren Knospenkern (Nucellus) dem Makrosporangium der *Pteridophyten* gleichgesetzt werden muss. Was die übrigen diese Verhältnisse berührenden Punkte betrifft, so muss hier auf das bei den einzelnen Familien der *Gymnospermen* und *Angiospermen* angeführte verwiesen werden.

II. Die geschlechtliche *(proembryonale)* Generation.

Sie ist bei den **Moosen** hoch entwickelt, denn es gehört zu ihr sowohl das Protonema (*Vorkeim*) wie die ganze durch eine Art von Knospung an ihm entstehende, oft in Stämmchen und Blätter differenzierte *Moospflanze*. Von dieser werden dann die Geschlechtsorgane zur Entwickelung gebracht (vergl. oben).

Bei den **Pteridophyten** dagegen stellt die geschlechtliche Generation meist ein winziges Gebilde dar. Bei den Anfangsformen derselben, welche sämtlich isospor sind, stellt die geschlechtliche Generation, der Vorkeim (*Prothallium*), fast durchweg einen chlorophyllführenden, dünn scheibenförmigen oder blattartigen Körper dar, der durch Haftfäden (*Rhizoiden*) an den Boden befestigt ist und sich durch Nahrungsaufnahme aus demselben und durch seine Assimilation selbst ernährt. Bei den höheren Formen (*Ophioglossaceae, Lycopodiaceae*) wird derselbe jedoch durch ein knollenförmiges, unterirdisch liegendes, chlorophyllos-bleiches Gebilde repräsentiert, welches ansehnliche Grösse erreicht. Eine sehr bedeutende Reduktion erfährt die geschlechtliche Generation jedoch bei den heterosporen *Pteridophyten* und vor allem bei den **Phanerogamen.**

Bei den ersteren entwickelt sich aus der Mikrospore ein Vorkeim, der aus einer einzigen, vegetativen, chlorophyllosen Zelle besteht (die wohl ohne jede physiologische Bedeutung ist), und nur ein Antheridium, in welchem die Spermatozoidenmutterzellen gebildet werden. Bei der Keimung der Spore werden letztere frei und entlassen sodann je ein Spermatozoid. Ganz ähnlich verhalten sich noch zahlreiche Gattungen der **Gymnospermen,** bei denen man in der Mikrospore (Pollenkorn) 3, 2 oder 1 kleine, vegetative, bedeutungslose Zellen (den Vorkeim) findet (bei fossilen Formen *[Cordaitaceae]* gelang es, Pollenkörner mit noch zahlreichen vegetativen Zellen nachzuweisen!); der ganze übrige Teil des Pollenkorns, aus einer grossen Zelle mit auffallendem Kerne bestehend, ist dem Antheridium gleichzusetzen. Hier werden nun aber in derselben keine Spermatozoidenmutterzellen gebildet, sondern das Antheridium wächst bei der Keimung zu einem schlauchförmigen Körper (dem *Pollenschlauch*) aus, welcher (in bekannter Weise) die Befruchtung der Makrospore (*Keimsack* mit der Eizelle) bewirkt.

Bei zahlreichen Gymnospermen jedoch und sämtlichen **Angiospermen** finden wir eine weitere Reduktion insofern, als hier der Vorkeim, die unfruchtbare Zelle, resp. die unfruchtbaren Zellen im Pollenkorn (Mikrospore) gar nicht mehr durch eine Zellwand vom fruchtbaren, grösseren Teil, dem Antheridium, geschieden werden: es sind nur noch zwei durch eine zarte Plasmahaut voneinander geschiedene, ungleich grosse Zellkerne mit dem sie umgebenden Plasma vorhanden. In dem dann austreibenden Pollenschlauche wandern beide Zellen mit, aber nur der Kern einer derselben tritt bei der Befruchtung mit dem der Eizelle zusammen (s. unten).

Die geschlechtliche (proembryonale) Generation, der Vorkeim, der sich bei der Keimung aus der Makrospore der **Hydropterides** (*Salvinia*, *Marsilia*) entwickelt, ist noch verhältnismässig gross, er ragt deutlich aus der Makrospore nach erfolgter Sprengung ihrer Wand hervor, ergrünt und entwickelt mehrere (*Salvinia*) oder einzelne (*Marsilia*) Archegonien. Diese letzteren sind aber schon ganz bedeutend reduziert (vergl. oben) und tief in das Gewebe des Vorkeims eingesenkt. Noch auffallender sind die Reduktionen bei *Isoëtes* und *Selaginella*, wo der Vorkeim kaum noch die Makrospore verlässt, sondern von deren Wandung fast völlig eingeschlossen bleibt und deshalb kaum oder überhaupt nicht ergrünt. Die Anzahl der gebildeten Archegonien ist ebenfalls sehr gering, und die letzteren treten nicht mehr über die Oberfläche des Vorkeims hervor, da nur noch wenige Halskanalzellen gebildet werden. Bei *Selaginella* bildet sich der Vorkeim samt seinen Archegonien sogar schon aus, während die Makrosporen in ihrem Sporangium noch auf der *Mutterpflanze* (embryonale Generation) sitzen.

Eine weiterschreitende Reduktion finden wir bei den **Gymnospermen** insofern, als sich hier im Embryosack (Keimsack, Makrospore) der Vorkeim (*Nährgewebe, Endosperm*) als ein parenchymatisches, nährstoffreiches Gewebe entwickelt, der stets eingeschlossen bleibt und an seinem oberen Ende mehrere Archegonien entwickelt. Der Bau dieser letzteren stimmt zwar in der Hauptsache noch mit dem der Pteridophyten überein, die Halskanalzellen sind jedoch in ihrer Zahl bedeutend vermindert und bestehen oft nur noch aus 4, 2 übereinanderliegenden oder sogar nur 1 Zellschicht. Nach erfolgter Befruchtung durch den eingedrungenen Pollenschlauch wird durch energische Teilungen der Eizelle der Embryo gebildet (ungeschlechtliche, embryonale Generation), welcher stets vom Makrosporangium umschlossen bleibt und sich zusammen mit diesem erst nach erfolgter Reife von der älteren embryonalen Generation als „Samen“ (nachdem das Makrosporangium während des Reifens des Embryos mannigfache Wachstumsvorgänge [Samenschale u. s. w.] durchgemacht hat) loslöst.

Bei den **Angiospermen** ist die Reduktion noch bedeutend weiter durchgeführt. In ihrem Embryosack (Makrospore) bildet sich überhaupt nur noch eine sehr schwache Andeutung des *Vorkeims* aus. Durch fortgesetzte Teilungen des Kerns des Embryo-

sacks werden Primordialzellen in beschränkter, fest normierter Zahl gebildet, von denen 3 am oberen Ende (in der Nähe der Mikropyle) liegen (2 Synergiden und die Eizelle), 3 am entgegengesetzten Ende (Antipoden), während in der Mitte des Nucellus die grosse Zentralzelle oder der Zentralkern liegt, von welchem nach erfolgter Befruchtung der Eizelle die Bildung des Nährgewebes ausgeht. Wir sehen also, dass hier eine Archegonbildung, vor allem eine Bildung von Hals- und Kanalzellen vollständig fehlt. (Auf die weitere Entwickelung des Fruchtapparates nach erfolgter Befruchtung kann hier nicht näher eingegangen werden, da diese Kapitel ins Gebiet der allgemeinen Botanik gehören!)

IV. Abteilung. Embryophyta siphonogama.

(Phanerogamae, Phaenogamae.)

Allermeist deutlich in Stamm und Blatt geschiedene Gewächse (Cormophyta) mit Generationswechsel. Die erste Generation verharrt während einer mehr oder minder langen Periode im vegetativen Zustande, der endlich mit der Blütenbildung zur Erzeugung von Geschlechtszellen übergeht. Die männlichen (Pollenkörner homolog den *Mikrosporen*) entstehen in den Pollensäcken der Staubblätter (Mikrosporangien-Sporophylle); die weiblichen (Embryosäcke homolog den *Makrosporen*) werden in dem Nucellus der Samenanlage (der demgemäss einem *Makrosporangium* homolog gesetzt werden muss) gebildet; die Integumente, welche die Mikropyle zwischen sich lassen, werden jetzt gewöhnlich den Indusien homolog gesetzt. In beiden Geschlechtszellen ist die Anlage eines Prothalliums, wenn auch oft in sehr rudimentärer Form wahrnehmbar. In der Mikrospore tritt sie auf durch die Erzeugung einer oder weniger vegetativer Zellen, die meist bald verschwinden. Die Befruchtungszelle wächst zu einem Pollenschlauche aus; Spermatozoiden werden nicht gebildet. Das Makrosporangium erzeugt ein zuweilen ziemlich umfangreiches Gewebe als Prothallium, welches Endosperm oder Nährgewebe genannt wird und ausserdem mehrere Archegonien oder eine hautlose Eizelle, welche als reduziertes *Archegonium* angesehen werden muss. Die Eizelle wird durch den Inhalt des Pollenschlauches befruchtet und entwickelt sich zum Keimling. Das Makrosporangium bleibt mit der Mutterpflanze bis zur Reife in Verbindung, es stellt dann den Samen dar.

Die zwei Generationen sind also folgende: Der Keimling und die aus ihm sich entwickelnde Pflanze mit Blüten und Geschlechtszellen ist die erste „embryonale“, die Bildung der Prothallien in

den Geschlechtszellen und die Ausgliederung des Befruchtungsschlauches sowie der Eizellen ist die zweite „proembryonale" Generation[1]).

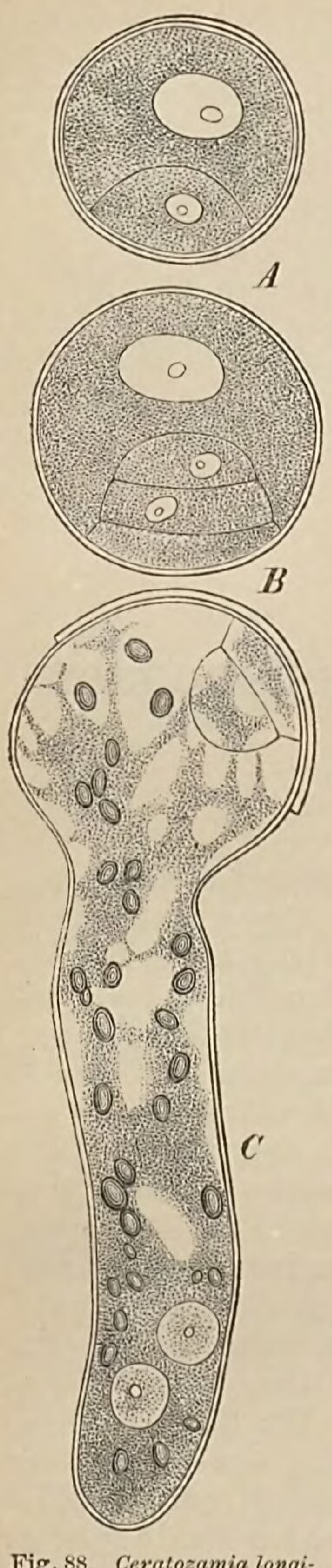


Fig. 88. *Ceratozamia longifolia*. *A* und *B* Bildung des Prothalliums im Pollenkorn: *C* Entwickelung des Schlauches und Teilung des Zellkerns in demselben. (Luerssen.)

I. Unterabteilung. **Gymnospermae.**

(Nacktsamige Samenpflanzen, Archispermae.)

Blüten getrenntgeschlechtlich, 1- oder 2häusig, häufig ohne besondere Blütenhülle. Ein Fruchtknoten ist niemals vorhanden, die Samenanlagen liegen oberflächlich auf dem offenen Fruchtblatte oder stehen auf der Achsenspitze. In dem Embryosacke (*Makrospore*) bilden sich einige Archegonien mit Ei-, Hals- und Kanalzelle, sonst wird er von dem Prothallium (Endosperm, das später vom Keimling als Nährgewebe aufgebraucht wird) angefüllt. Die Pollenzelle (*Mikrospore*) erfährt eine 1—3fache Teilung (Fig. 88), durch die ein Prothallium von vegetativen Zellen erzeugt wird. Die dem Antheridium homologe Zelle wächst, nachdem das Pollenkorn auf den Nucellus gelangt ist, zu einem Schlauche aus, der in den Embryosack eindringt und häufig nach einer Teilung des Kerns die Befruchtung vollzieht.

[1]) Namentlich von seiten der französischen Autoren sind die verschiedensten fossilen Pflanzenüberreste als Proangiospermen bezw. Progymnospermen angesprochen worden, indem man in ihnen Uebergangsformen zu den archegoniaten Kryptogamen zu erkennen glaubte. Hauptsächlich liess man sich bei der Beurteilung von der anatomischen Besonderheit des Stammes leiten. Da in diesen aber die signifikanten Merkmale bei den Abteilungen durchaus nicht liegen, da vielmehr die Unterscheidung namentlich darin begründet ist, ob die männlichen Geschlechtszellen durch frei bewegliche Spermatozoiden oder durch den im Pollenschlauche wandernden Spermakern dargestellt werden; so ist vorläufig das Forschen nach Zwischengliedern beider Abteilungen ziemlich aussichtslos; mit Recht sind denn ausserhalb Frankreichs alle Deutungen fossiler Reste als Proangiospermen oder Progymnospermen beanstandet worden.

I. Reihe. Cycadales.

Die Blüten sind 2häusig ohne Blütenhülle. Der Keimling hat 2 mehr oder weniger vereinte Keimblätter. — Holzgewächse mit nicht oder nur spärlich verzweigten, plumpen Stämmen und schopfig gestellten Blättern.

I. Familie. Cycadaceae.

Die Staubblätter tragen auf der Unterseite zahlreiche Pollensäcke und sind zu Blüten zusammengestellt, welche zapfenartigen Blütenständen gleichen. Aehnlich sind häufig die weiblichen Blüten gestaltet, zuweilen sind aber die Fruchtblätter in lockerer Anreihung an der Spitze der Stämme aufgestellt: sie tragen auf der Rückseite jederseits der Mediane 1, oder 2—4 geradläufige, von einem Integumente umhüllte Samenanlagen. Die Samen sind steinfruchtartig und haben in einem mehligen Nährgewebe einen Keimling, der an dem spiral aufgerollten Suspensor hängt. — Holzgewächse mit höheren, dicken oder niedrigen, knollenartigen Stämmen, deren sekundäres Holz der Gefässe entbehrt und die von Gummigängen durchzogen werden. Die Blätter sind meist fiederteilig, in der Jugend zuweilen spiralig eingerollt.

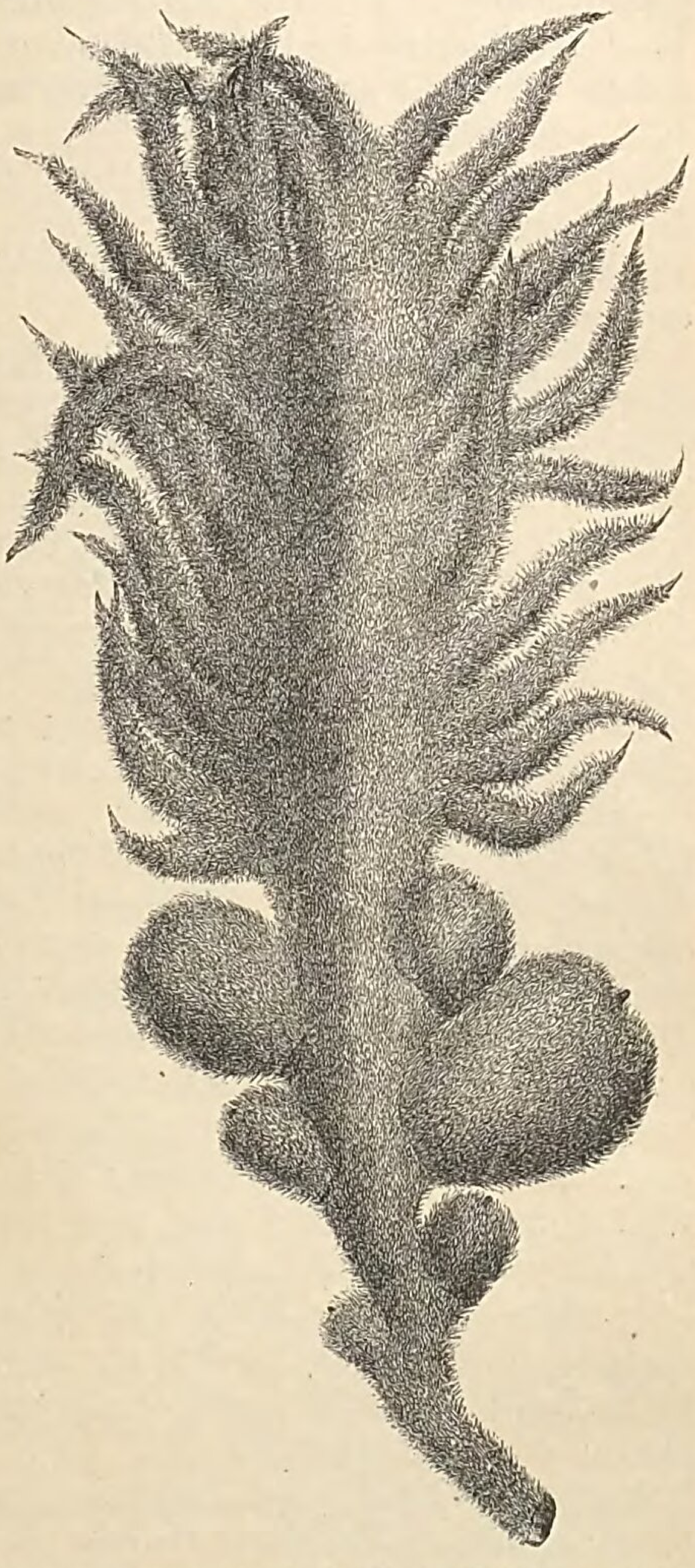


Fig. 89. *Cycas revoluta*; ein Fruchtblatt (Sporophyll) mit 6 Samenanlagen in verschiedener Entwickelung. (Luerssen.)

Die *Cycadeae* haben auf jedem Fruchtblatte gewöhnlich mehr als 2 Samenanlagen; die Blattfiedern besitzen einen rückseits kräftig vorspringenden Mittelnerv; der Stamm durchwächst die weibliche Blüte; die männlichen Blüten sind seitenständig. — *Cycas revoluta* vom südlichen Japan liefert in der Heimat Sago; die Blätter sind die zu Trauerschmuck verwendeten „Palmenzweige;“ *C. circinalis,* von

Ostindien bis Neu-Guinea verbreitet, gibt ebenfalls Sago. — Die *Zamieae* tragen nur 2 Samenanlagen auf jedem Fruchtblatte; männliche wie weibliche Blüten sind zapfenartig und seitenständig. *Encephalartos Altensteinii*, eine der grössten Formen, wächst am Kap und wird häufig in Gewächshäusern kultiviert; *E. Hildebrandtii* überschreitet den Aequator und ist gewissermassen ein Bindeglied der gegenwärtigen Verbreitung mit der des Miocäns, während dessen *E. Gorceixianus* in Griechenland wuchs; auch von den lebenden Arten dieser Gattung wird Stärkemehl gewonnen. *Bowenia spectabilis* von Queensland unterscheidet sich von allen andern Formen durch doppelt gefiederte Blätter; *Stangeria paradoxa* ähnelt durch die Nervatur der Blätter derart den Farnen, dass sie, bevor die Blüten bekannt waren, für eine *Lomaria* gehalten wurde (*L. coriacea*).

Die *Cycadaceae* waren in den früheren Epochen relativ stärker entwickelt als heutzutage. Sie erscheinen bereits in der oberen Karbonformation mit der Gattung *Pterophyllum*, von denen einige in den Blättern der mexikanischen Gattung *Dioon* ähnlich sehen. *Cycas*-ähnliche Gestalten sind schon vom Lias an vorhanden. Die Blüten führen den Namen *Cycadospadix* (Lias); Steinkerne der Samen, *Cycadospermum* genannt, begegnen vom Keuper bis zum Wealden. *Cycadaceenstämme* sind in verschiedenen Formationen begegnet, interessant sind z. B. die im Jura und auf den Grenzschichten desselben gegen die Kreide (Purbeck, Neocom) vielfach verkieselt vorkommenden Objekte dieser Art, an denen man die spiralgestellten Blattnarben (*Mantellia*) oder Blattfüsse (*Fittonia*) deutlich erkennen kann; auch die aus dem Cenoman Böhmens unter dem Namen *Damarites albus* bekannten Körper, die man früher als Koniferenzapfen ansprach, werden gegenwärtig für Cycadaceenstämmchen gehalten. Bei einigen Stämmen aus dem Karbon und Perm ist die Aussenseite schlecht, dafür die Struktur gut erhalten; so hat z. B. *Cycadeoxylon Fremyi* von Autun eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Bau der Cycasstämme: nach einer Periode regelmässig sich abspielenden sekundären Dickenwachstums setzt dieses aus, und innerhalb der Rinde wird ein neuer Cambiumring gebildet, bei dem die Verdickung wiederum eine Zeitlang fortgeht. Die *Medullosa* genannten Stämme zeigen, wie die lebende Gattung *Encephalartos*, markständige Bündel, die auf dem Querschnitte sternförmige oder langgestreckte Figuren bilden (Sternringe oder Plattenringe). Der eigentliche Holzkörper zeigt im Querschnitte bandartige Zeichnungen, welche sich aber bei genauer Betrachtung an *Medullosa stellata* als aus zahlreichen tangential aneinander gereihten Plattenringen zusammengesetzt erwiesen haben. Eine genaue Erklärung dieser Erscheinung, d. h. die Zurückführung auf Verhältnisse, die wir für normal halten, ist bis heute nicht gelungen.

Morphologie. Während man die seitenständigen, zapfenartigen Vereinigungen von Staub- und Fruchtblättern anstandslos als Blüten ansehen darf, bieten die endständigen von *Cycas* deswegen Schwierigkeiten, weil sie von der Achse durchwachsen werden, und bei dem

Wechsel von Laub- und Fruchtblattassociationen schliesslich alle Blüten eine gemeinschaftliche Achse haben.

Von den Wurzeln gehen negativ geotropische, korallenartige Zweigchen aus, welche oft in weitem Umkreise an der Basis der Stämme den Boden bedecken; sie sind dadurch bemerkenswert, dass sie in den Intercellularen Pilzmycelien und Kolonien der Phycochromaceengattung *Anabaena* einschliessen. Die *Cycadaceen* sind windblütige Gewächse; die weiblichen Blütenzapfen sind oft nur sehr kurze Zeit für die Aufnahme von Pollenkörnern geöffnet; der Keimling entwickelt sich zuweilen erst nach dem Abfall der Samen.

2. Reihe. Cordaitales.

Stämme verzweigt; an den Enden der Zweige stehen Blattbüschel mit einer an die Monokotylen erinnernden Nervatur (Fig. 90 *A*, *B*). In den Achseln der Blätter oder an den Spitzen der Zweige stehen knospenartige Blütenstände weiblichen oder männlichen Geschlechtes; sie werden aus spiralig gestellten Hochblättern aufgebaut, in deren Achseln einzelne oder gebüschelte (2—3) nackte Blüten sitzen. Die männlichen sind gestielt und tragen meist 5—6 walzenförmige, gestielte, büschelig von einem Punkt ausgehende Staubblätter, die auf der Innenseite aufspringen. Pollenkörner verhältnismässig gross, mit chagrinierter, cutinisierter Exine und einem reichzelligen Prothallium (*F p*). Die weiblichen Blüten stehen einzeln in den Achseln der Hochblätter; sie haben eine derbwandige Hülle, die sich in einen engen Kanal zusammenzieht und sich nach oben etwas erweitert; in ihr befindet sich gestielt oder sitzend die Samenanlage. Der Nucellus derselben ist schnabelförmig verlängert und unter dem engen Kanale liegt eine Pollenkammer (*E Pk*). Die Samen sind steinfruchtartig.

2. Familie. Cordaitaceae.

Der Charakter ist mit demjenigen der Reihe übereinstimmend.

Sie sind nur fossil bekannt und zwar zeigen sie sich vom Devon (Kanada) bis in das Perm [1]), doch findet man gewöhnlich die verschiedenen Organe gelöst und zerstreut, so dass man nicht weiss, was zusammengehört. Aus diesem Grunde sind die Reste gleicher Art unter sich systematisch gegliedert worden. Die Bezeichnung *Cordaites* im engeren Sinne ist für die Blätter bewahrt worden, die oft in ungeheuerer Menge ganze Schichten der Karbonformation zusammensetzen. Gegenwärtig unterscheidet man nach deren Form die Gat-

[1]) Wenn schon sich ähnliche Blätter wie die von *Cordaites* bis ins Tertiär nachweisen lassen (dies gilt namentlich von der Gattung *Torellia* (*Feildenia*) aus dem Miocän von Spitzbergen und Grinnellland, von der noch Schenk glaubte, dass sie hieher gehören könnte), so sind doch alle über das Perm heraus vorkommenden Reste für ein sicheres Urteil unbrauchbar, und alle jüngeren Objekte kaum zu den *Cordaiten* zu zählen.

tung *Poacordaites* (für gewöhnlich stumpfe bis ½ m lange), *Dory-cordaites* (für ebenso lange zugespitzte) und *Cordaites* selbst für kürzere, verkehrt-eiförmige oder spatelförmige, an der Spitze oft eingeschnittene

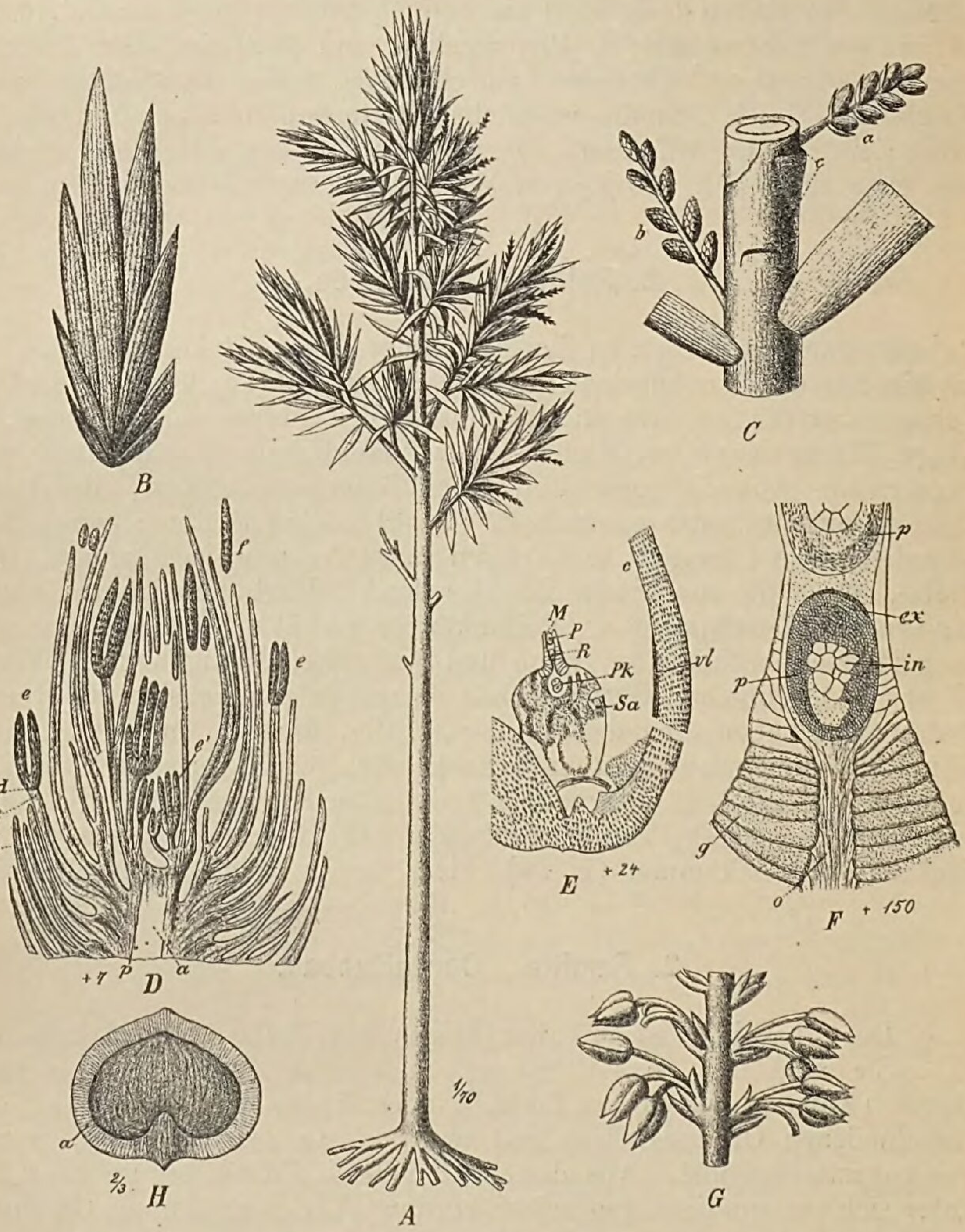


Fig. 90. *A Dory-Cordaites* Tracht, schematisch; *B* Blattbüschel davon; *C Cordaites*, *a* Früchte, *b* männlicher Blütenstand, über die Blattachsel emporgehoben, *c* Blattnarben; *D Cordaianthus Penjonii*, männlicher Blütenstand, 4mal vergrössert, *b* Hüllblätter, *c* Stiel der männlichen Blüte, *e* Staubblätter; *E Cordaianthus Grand' Euryi*, 24mal vergrössert, *Sa* Samenlage, *M* Mikropyle, *P* Pollenkörner, *Pk* Pollenkammer; *F* derselbe, Mikropylengang mit *p* Pollenkorn, cr. 150 mal vergrössert, *ex* die feinnetzige Exine, *in* männliches Prothallium; *G Cordaianthus Lindleyi*, junge Früchte; *H Cordaispermum drupaceum*, Same im Längsschnitte, *a* Testa.

Blätter. Letztere an Zweigen sitzend wurden häufig für *Flabellaria* oder *Noeggerathia* gehalten. Die anatomische Struktur erinnert wegen der starken Bastbelege der Gefässbündel und der subepidermidalen

Bastrippen an die Monokotyledonen, der Bau der Mestomstränge ist aber wegen der doppelten Hadrommassen ähnlich dem der Bündel in den *Cycadaceen*blättern.

Das sekundäre Holz der zum Teil ausserordentlich dicken, über 1 m im Durchmesser haltenden Stämme ist gefässlos; es erinnert wegen der mehrreihigen Hoftüpfel auf den Radialwänden der Tracheiden an die Gattung *Araucaria* und ging lange in der Phytopaläontologie unter dem Namen *Araucarites* oder *Araucarioxylon*. Die stielrunden oder prismatischen, durch Diaphragmen gegliederten Ausgüsse des Markcylinders, welche einer Geldrolle ähnlich sehen, führen den Namen *Artisia*.

Die Blüten sind unter dem Namen *Cordaianthus*, die Früchte sind als *Cardiocarpus*, *Cordaispermum* u. s. w. beschrieben worden. Unter dem Namen *Dolerophyllum Göppertii* (*Noeggerathia Göppertii*) hat man Knospen von der Form der Endknospe eines *Musa*blütenstandes beschrieben, die aus spiralig gestellten, grossen, am Grunde geöhrten Blättern zusammengesetzt sind. Dazu sind grössere Blätter gerechnet worden, die früher für Farnkräuter gehalten wurden (*Cyclopteris obliqua* u. s. w.). Diese *Dolerophyllaceae* haben eine gewisse Bedeutung deswegen gehabt, weil einzelne französische Forscher in ihnen Progymnospermen erkannten, also gewissermassen ein Verbindungsglied zwischen Gymnospermen und Farnen. Da diese Meinung nur auf persönlicher Ueberzeugung beruhte und durch die Thatsachen kaum gestützt wurde, so hat sie in Deutschland keine Anerkennung gefunden.

3. Reihe. Bennettitales.

Dicke Stämme, die mit einem Panzer von Blattfüssen querrhombischen Durchschnittsareales bedeckt sind, mit einfachem, von breiten Markverbindungen unterbrochenem, sekundärem Holzringe und dünner Rinde. Die Räume, welche die Blattfüsse zwischen sich lassen, sind von Spreuschuppen ausgefüllt. Blüten oder Blütenstände aus der Achsel der Blattfüsse, gestielt, am Grunde von lanzettlichen Blättern eingehüllt. Diese haben folgenden Bau: von einem ellipsoidischen Polster erheben sich zahlreiche, dicht gedrängte, polygonale Stiele, zwischen denen dünne Prismen (vielleicht abortierte Stiele) eingeschaltet sind. Jene strahlen, an Dicke zunehmend, nach oben auseinander, verwachsen an der Peripherie und bilden einen eilänglichen Kolben. Der ganze Komplex wird wieder am Grunde von lanzettlichen Blättern umgeben. Die Samen liegen in Hohlräumen an der Spitze der Stiele eingesenkt und umschliessen einen mit 2 Keimblättern versehenen Keimling, dessen Würzelchen nach oben gewendet ist; das Nährgewebe fehlt.

3. Familie. Bennettitaceae.

Der Charakter derselbe wie der der Reihe.

Ausser der Gattung *Bennettites*, mit der besterhaltenen Art, *B. Gibsonianus*, aus dem Neocom (lower Greensand) der Insel Wight,

gehören höchst wahrscheinlich auch die als *Mantellia nidiformis, Cycadoidea microphylla* aus den Purbeckschichten (Jura) der Insel Portland beschriebenen Reste hieher, welche durch Fortführung der Spitze und Vertiefung des Innern Vogelnestern ähnlich sehen und für Cycadaceenstämme gehalten worden sind. Nicht minder schliesst sich vielleicht *Raumeria Schulziana,* die im vorigen Jahrhundert bei Gleiwitz gesammelt worden ist, an die Familie an.

Bemerkenswert ist, dass in diesen Objekten Proangiospermen vermutet worden sind, eine Anschauung, über die wir oben schon gesprochen haben. Sie wurden auch für Balanophoraceae angesehen, obschon zu einer solchen Deutung kein Grund vorliegt.

4. Reihe. Coniferae.

Sie sind stets Holzgewächse von baum- oder strauchartigem Wuchse mit meist aufrechtem, reichlich verzweigtem Stamme; seltener klettern sie *(Gnetum)*. Die in der Regel immergrünen Blätter sind häufig schmal, flach oder prismatisch (Nadelhölzer) oder breiter, lanzettlich bis oblong und von derber Beschaffenheit, seltener sind sie verkehrt-herzförmig (*Gingko* Fig. 92) und gelappt, zuweilen heteromorph; hier wie im Holze sind Harzgänge nicht selten. Die Blüten sind getrenntgeschlechtlich, 1- oder 2häusig mit oder ohne hochblattartige Blütenhülle. Die männliche Blüte ist meist kätzchenförmig und wird aus Staubblättern gebildet, die auf einer Unterseite 2—6 einfächerige, längs aufspringende Pollensäcke tragen; auch die weibliche Blüte wird gewöhnlich aus mehreren Sporophyllen oder Fruchtblättern gebildet, welche 1, 2 bis viele Samenanlagen tragen; seltener stehen die letzteren einzeln und nackt am Ende der Zweige. Die Samen sind entweder nackt und tragen dann eine fleischige Aussenschicht, oder sie werden von holzigen oder fleischigen Fruchtschuppen gedeckt, die dann zu zapfen- oder beerenartigen Körpern zusammentreten. — Die Gefässbündel sind offen, es findet sekundäres Dickenwachstum statt; Gefässe sind nur im Primärholze vorhanden, das sekundäre wird zum grössten Teil aus hofgetüpfelten Tracheiden aufgebaut.

Die Befruchtungsvorgänge sind bei den Coniferen viel genauer gekannt als bei den Cycadaceen; nach den verschiedenen Familien kommen zahlreiche Abwandlungen vor, an dieser Stelle können nur die wesentlichsten Züge vorgeführt werden: Das häufig mit Flugblasen versehene Pollenkorn gelangt in die Mikropyle, es treibt entweder bald (*Taxus*) oder erst im kommenden Jahre den Schlauch. Was die Prothalliumbildung angeht, so ist sie bei den Abietineae am vollkommensten entwickelt, indem dasselbe aus 2 unbeweglichen, zusammengedrückten Zellen besteht; eine im Pollenschlauch enthaltene Zelle stellt das spermatogene Gewebe dar, die sich in 3 Zellen teilt; die 2 vorderen nehmen allein an der Befruchtung Teil. Die Cupressineae besitzen keine vegetativen Zellen mehr; die im Pollenschlauch befindliche Zelle teilt sich über Kreuz und abermals über-

nehmen die vorderen Zellen die Befruchtung. In der Gattung *Taxus* ist die weitgehendste Reduktion eingetreten, indem die vegetativen Zellen nicht bloss vermisst werden, sondern die im Schlauche befindliche Zelle sich nur einmal teilt. Dabei finden eigenartige und komplizierte Wanderungen der Kerne im Schlauche statt.

Der Nucellus der Samenanlage (Makrosporangium) differenziert zunächst vor der Bestäubung einen Embryosack, welcher sich nach voraufgegangener Kernteilung mit Nährgewebe (Prothallium) füllt. Einzelne (3—5) scheitelständige Zellen (vergl. Fig. 91 *A, B*) bilden sich zu Archegonien um, indem ein grosser Bauchteil mit einer

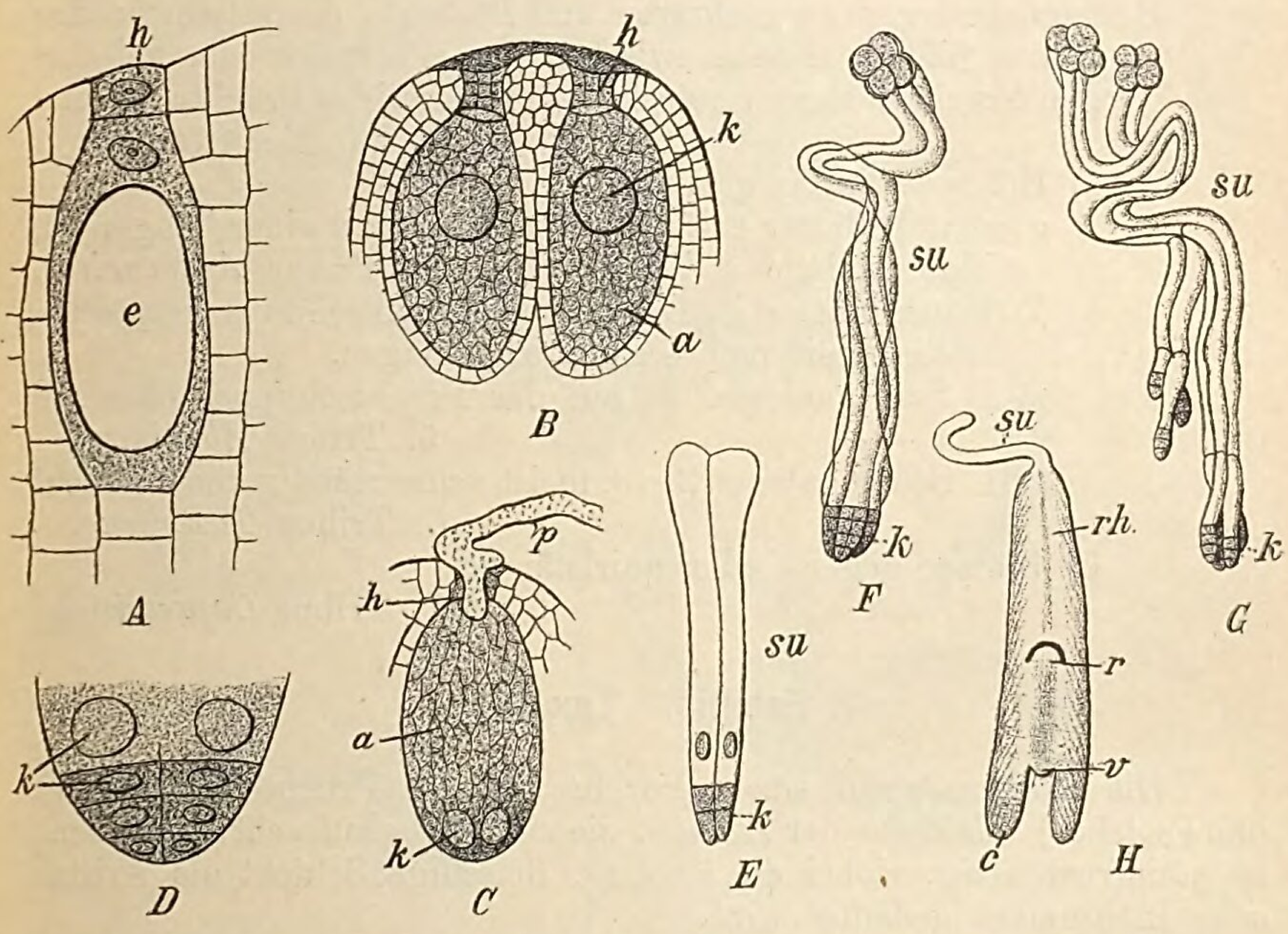


Fig. 91. Entwickelung des Embryosackes und der Archegonien, Befruchtung und Keimlingsbildung bei den Abietineae; *A Abies canadensis*, Archegonium, das die Halszelle *h* abgesondert hat; *B—H Picea excelsa*; *B* Nucellus mit 2 jugendlichen Archegonien, bei *h* die Kanalzelle, welche die Halszellen einst auseinander drängen wird; *C* Archegonium kurz nach der Befruchtung; der zu Boden gesunkene Keimkern ist durch doppelte Kernteilung in 4 Kerne zerfallen, von denen 2, *k*, sichtbar sind; *D* Etagenbildung, *k* als Vorbereitung zur Anlage des Keimlings; *E—G* weitere Entwickelung der Keimanlage *k*; *H* junger Keimling, *c* Cotyledonen, *r* Wurzelspitze, *rh* Wurzelhaube, *s* Aufhänger des Keimlings (Suspensor). (Strasburger.)

linsenförmigen, oberen Kanalzelle und darüber ein aus 3—4 Etagen gebildeter Hals erzeugt wird. Nach erfolgter Befruchtung sinkt der Keimkern der Bauchzelle auf den Grund derselben und gibt Veranlassung zur Bildung von 4 in einer Ebene gelegenen Zellen (*C*), die durch horizontale Zerklüftung einen aus 3 Etagen bestehenden Viererstrang bilden (*D*); an der Spitze des tief in das Nährgewebe sich einbohrenden Stranges entsteht dann die Keimanlage (Fig. 91 *E—H*).

Der Keimling trägt häufig viele Keimblätter und ist stets an dem Viererstrang, welcher ihn in das Nährgewebe hineingeschoben hat, an dem Aufhänger (Suspensor), befestigt.

A. Samenanlagen einzeln oder zu wenigen an der Spitze der Zweige; Same steinfruchtartig I. Familie ***Taxaceae.***
 a) Blätter breit, flach, gelappt oder tief eingeschnitten (letztere Form nur fossil) 1. Tribus *Gingkoeae.*
 b) Blätter lineal oder lanzettlich.
 α) Samenanlage hängend 2. Tribus *Podocarpeae.*
 β) Samenanlage aufrecht 3. Tribus *Taxeae.*

B. Samenanlagen zu mehreren auf Blättern, die seitenständige Blüten bilden; Samen zwischen den erhärteten oder fleischigen Fruchtblättern versteckt, zapfenähnliche Früchte bildend II. Familie ***Pinaceae.***
 a) Blätter spiralig gestellt.
 α) Fruchtblätter einfach, ungespalten mit einer hängenden Samenanlage 4. Tribus *Araucarieae.*
 β) Fruchtblätter in Deck- und Fruchtschuppe gespalten, letztere mit mehreren Samenanlagen.
 I. Samenanlagen 2, auf der Fruchtschuppe, hängend 5. Tribus *Abietineae.*
 II. Samenanlagen 2—8, meist achselständig und aufrecht 6. Tribus *Taxodieae.*
 b) Blätter gegen- oder quirlständig 7. Tribus *Cupressineae.*

4. Familie. Taxaceae.

Die Samenanlagen sitzen einzeln auf den Fruchtblättern oder ohne solche[1]) am Ende der Zweige, sie sind stets aufrecht; der Same ist steinfruchtartig, wobei die äussere, fleischige Schicht als Arillus oder Integument gedeutet wird.

Die *Gingkoeae* sind Bäume mit spiral gestellten Laubblättern an Langtrieben, aus deren Achseln gestauchte Kurztriebe brechen. Die laubigen, gestielten, keilförmigen Blätter sind bei der lebenden Art unregelmässig eingeschnitten, an den fossilen Arten der Gattung und an denen verwandter Gattungen sind sie tiefer geteilt. Die Blüten sind 2häusig. *Gingko*[2]) *biloba* hat lockere, kätzchenartige, männliche Blüten, deren Staubblätter 2 oder 3 Pollensäcke tragen. Die Samenanlagen sitzen meist gepaart auf längeren Stielen (Fig. 92); am Grunde wird jede von einem niedrigen Becher umgeben, der

[1]) Der in der Vollblüte bei *Taxus* noch sehr kleine, später fleischige, rote Becher, welcher ehedem als *Arillus* betrachtet wurde, stellt nach anderer, gutbegründeter Ansicht das Fruchtblatt (Sporophyll) dar, welches nach Analogie desjenigen von *Gingko* aufzufassen ist, s. unten S. 222; nach dieser Anschauung gibt es keine fruchtblattlosen Samenanlagen unter den Coniferen.

[2]) Wird auch *Ginkgo* geschrieben.

entweder für ein Fruchtblatt oder für ein äusseres Integument gehalten wird; sie sind aufrecht und besitzen ein Integument. Die Samen haben aussen eine dicke, gelbe Fleischschicht. Der ansehnliche, in der Tracht an einen Birnbaum erinnernde Baum stammt aus China oder Japan; er ist nirgends wild beobachtet worden; da er unser Klima erträgt, wird er nicht selten in Parkanlagen gezogen. Fossile Blätter der Gattung, zu denen man neuerdings auch Staubblätter gefunden hat, lassen sich bis in das Perm verfolgen

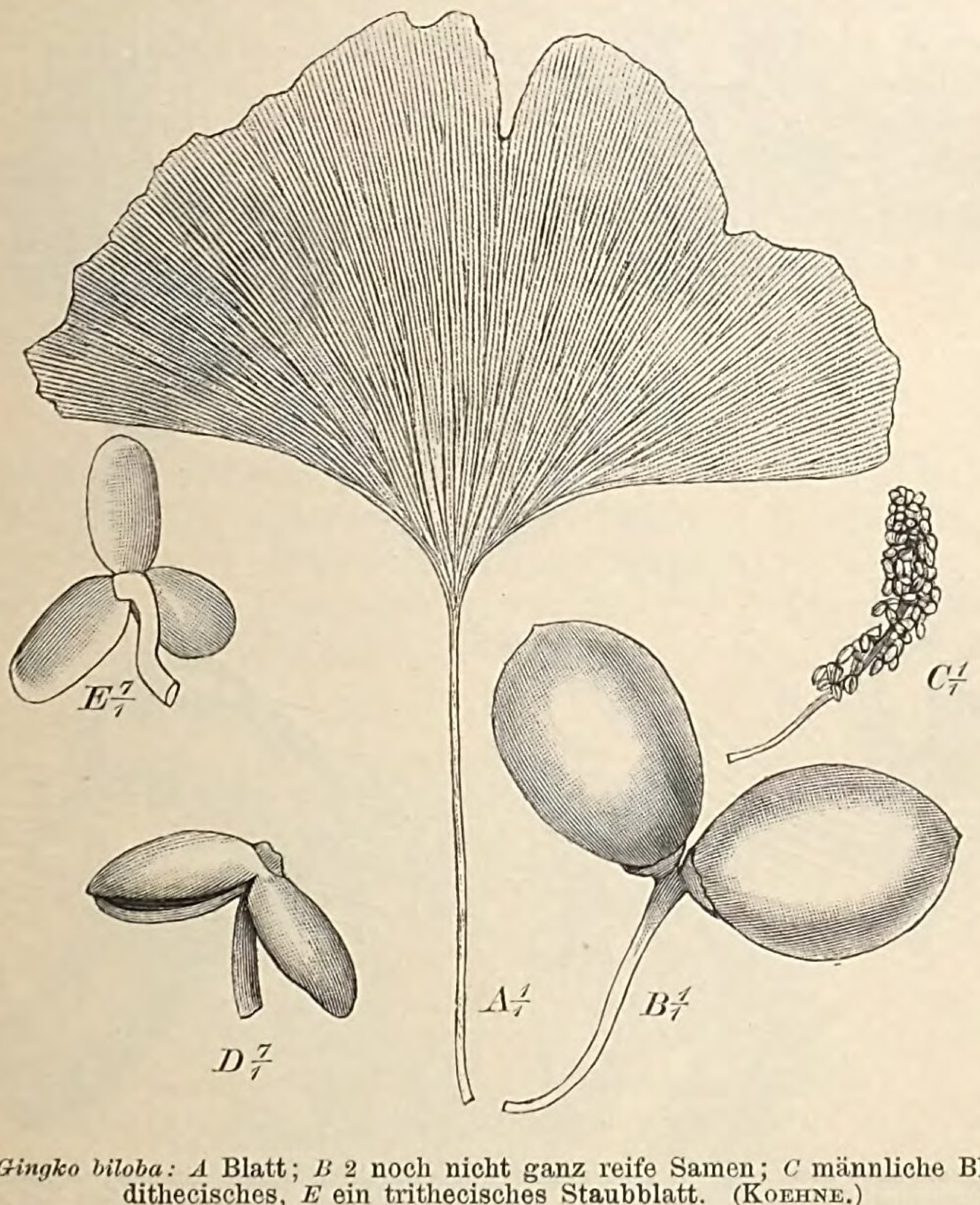


Fig. 192. *Gingko biloba:* *A* Blatt; *B* 2 noch nicht ganz reife Samen; *C* männliche Blüte; *D* ein dithecisches, *E* ein trithecisches Staubblatt. (Koehne.)

(G. primaeva); *G. adiantoides* aus dem Miocän von Grönland, durch Südeuropa bis Sachalin zu verfolgen, ist vielleicht mit *G. biloba* identisch. Die Gattung *Baiera* mit fächerförmig geteilten Blättern und linearen Abschnitten findet sich vom Perm bis zur Kreide. *Czekanowskia* hat zu Kurztrieben vereinte, mehrfach tief dichotom geteilte Blätter mit sehr schmalen, zuweilen borstenförmigen Abschnitten; ob die dazu gerechneten Staubgefässe, die nur aus einem Pollensack bestehen, hieher gehören, ist zweifelhaft; sie ist vom oberen Keuper bis in die Kreide entwickelt. Die Stellung dieser Gattung ist noch nicht genügend gesichert. — Die *Podocarpeae* sind

Bäume oder Sträucher, welche nur eine Art Triebe besitzen; die Blätter sind linealisch oder lanzettlich und fallen häufig durch Drehung der Stiele in eine Ebene. Die Samenanlagen auf deutlichem Fruchtblatt sind mehr oder weniger gewendet und mit einem äusseren Integument versehen, das später zum „Arillus" wird. Die Staubblätter tragen 2 Pollensäcke; die Pollenkörner haben Flugblasen. — *Podocarpus* ist hauptsächlich in Ostasien, von Japan bis zum Malayischen Archipel

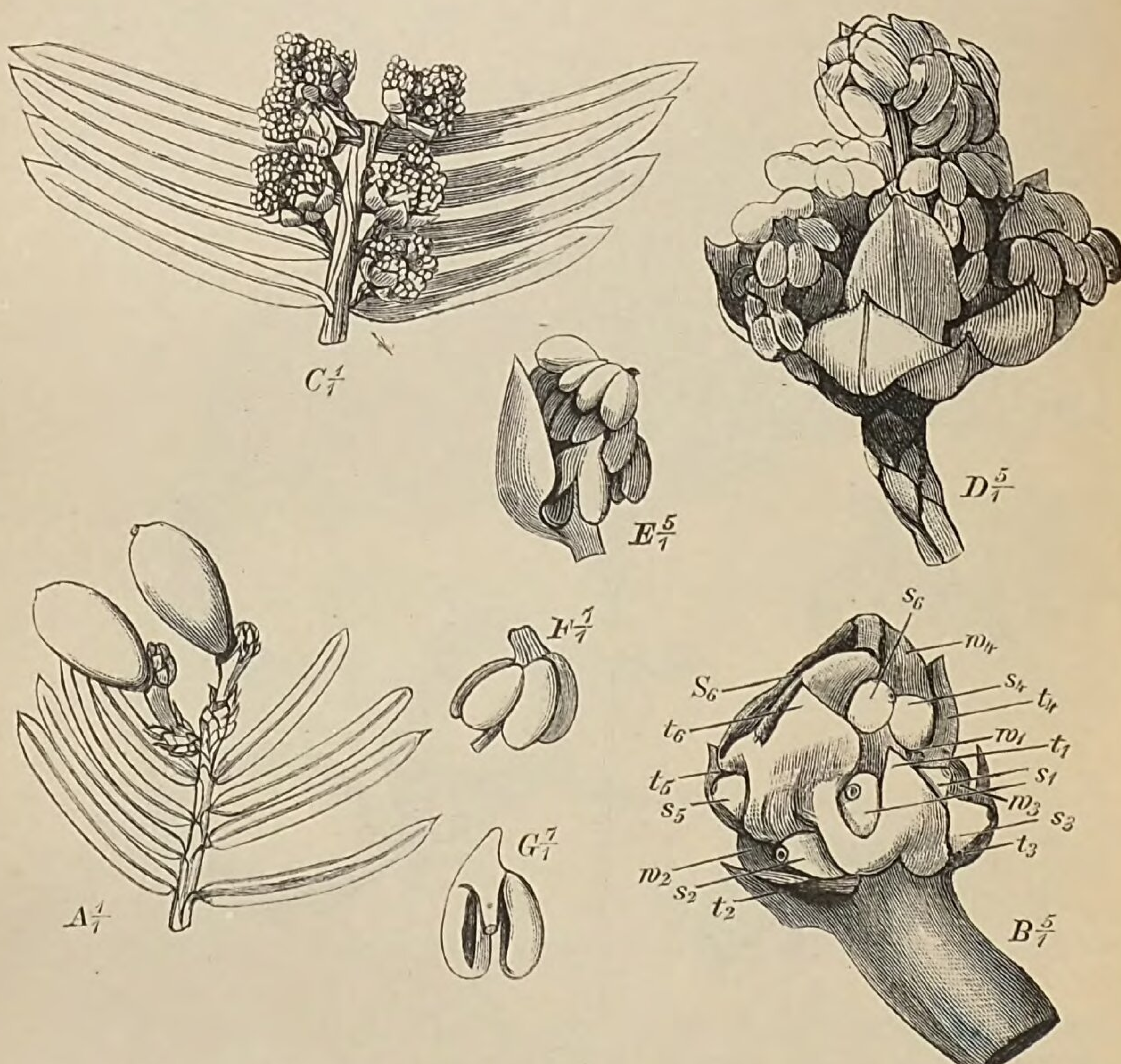


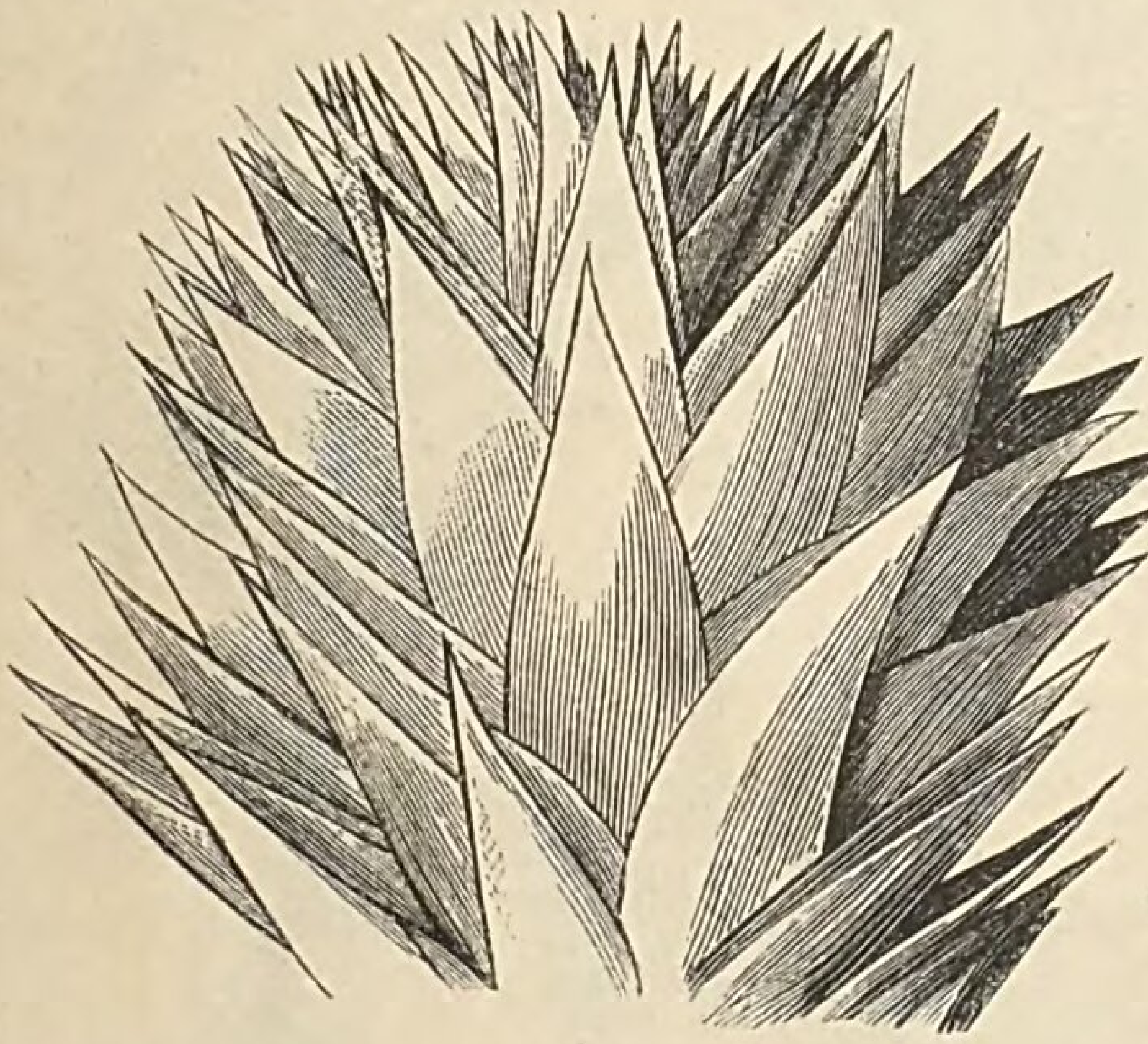
Fig. 93. *Cephalotaxus drupacea.* *A* Zweigende mit einzelnen reifen Samen; *B* Zäpfchen mit zahlreichen unentwickelten Samenanlagen, die reife ist bei s_6 ausgebrochen; *C* Zweig mit männlichen Blütenköpfchen; *D* männliches Köpfchen; *E* eine männliche Blüte mit Deckblatt; *F* und *G* Staubblätter.

entwickelt, findet sich aber auch in Ostindien, Zentral- und Südafrika, sowie in Neuholland und Südamerika. *P. neriifolia* aus dem Malayischen Archipel hat dunkelrote, essbare Samen; *P. elongata* vom Kap bis Abyssinien gibt wie die anderen Arten gutes Werkholz. Aus dem Vorkommen ähnlicher Blätter hat man auf das Vorhandensein der Gattung im Miocän Frankreichs und Eocän Englands geschlossen. — Die *Taxeae* sind Sträucher oder Bäume mit Langtrieben oder auch an diesen auftretenden Kurztrieben. Die Blätter sind schuppenförmig oder linealisch, spiral gestellt und häufig in einer Ebene aus-

gebreitet. Die Samenanlagen sind gerade, aufrecht und stehen einzeln oder in Zäpfchen (Fig. 93) an den Enden der Zweige; sie sind von einem äusseren Integument umhüllt, das zu einem fleischigen Arillus wird. — *Taxus baccata* (Eibe) hat schildförmige Staubblätter, auf deren Unterseite 5—9 Pollensäcke sitzen; die Pollenkörner haben keine Flugblasen; zur Zeit der Reife hat der Same einen zinnober- bis scharlachroten, schleimigen „Arillus“. Die Blätter entbehren allein der Harzgänge und sollen besonders den Pferden schädlich sein. Die Eibe war früher in Europa weit verbreitet, ist aber an vielen Stellen Deutschlands verschwunden oder im Aussterben begriffen. Sie erreicht ein sehr hohes Alter, wächst aber langsam; ihr Holz ist fest und kann zu Schnitzarbeiten verwendet werden. *Cephalotaxus* ist *Taxus* ähnlich, hat aber auf der Unterseite der Blätter 2 weisse Streifen und in der Mitte einen Harzgang. *C. drupacea* aus Japan wird bei uns kultiviert (Fig. 93). *Phyllocladus trichomanoides* aus Neuseeland ist durch flache, blattartige, eingeschnittene Kurztriebe ausgezeichnet.

5. Familie. Pinaceae.

Bäume oder Sträucher, häufig mit wirtelig gestellten Zweigen und nadelförmigen, zuweilen breiten Blättern. Staub- und Fruchtblätter zu mehreren oder vielen zusammengestellt. Samen von den Fruchtblättern umschlossen mit lederartiger oder knochenharter Schale und holzigen oder fleischigen Schuppen.



1/1

Fig. 94. *Araucaria imbricata;* Ende eines Zweiges mit verhältnismässig breiten Blättern. (KOEHNE.)

Die *Araucarieae* haben spiral gestellte Blätter; die Fruchtblätter sind einfach und tragen in der Mitte eine einzelne, gerade, hängende Samenanlage; Pollenkörner ohne Flugsäcke. *Agathis Damara* aus dem Malayischen Archipel hat oblong-lanzettliche, lederartige Blätter;

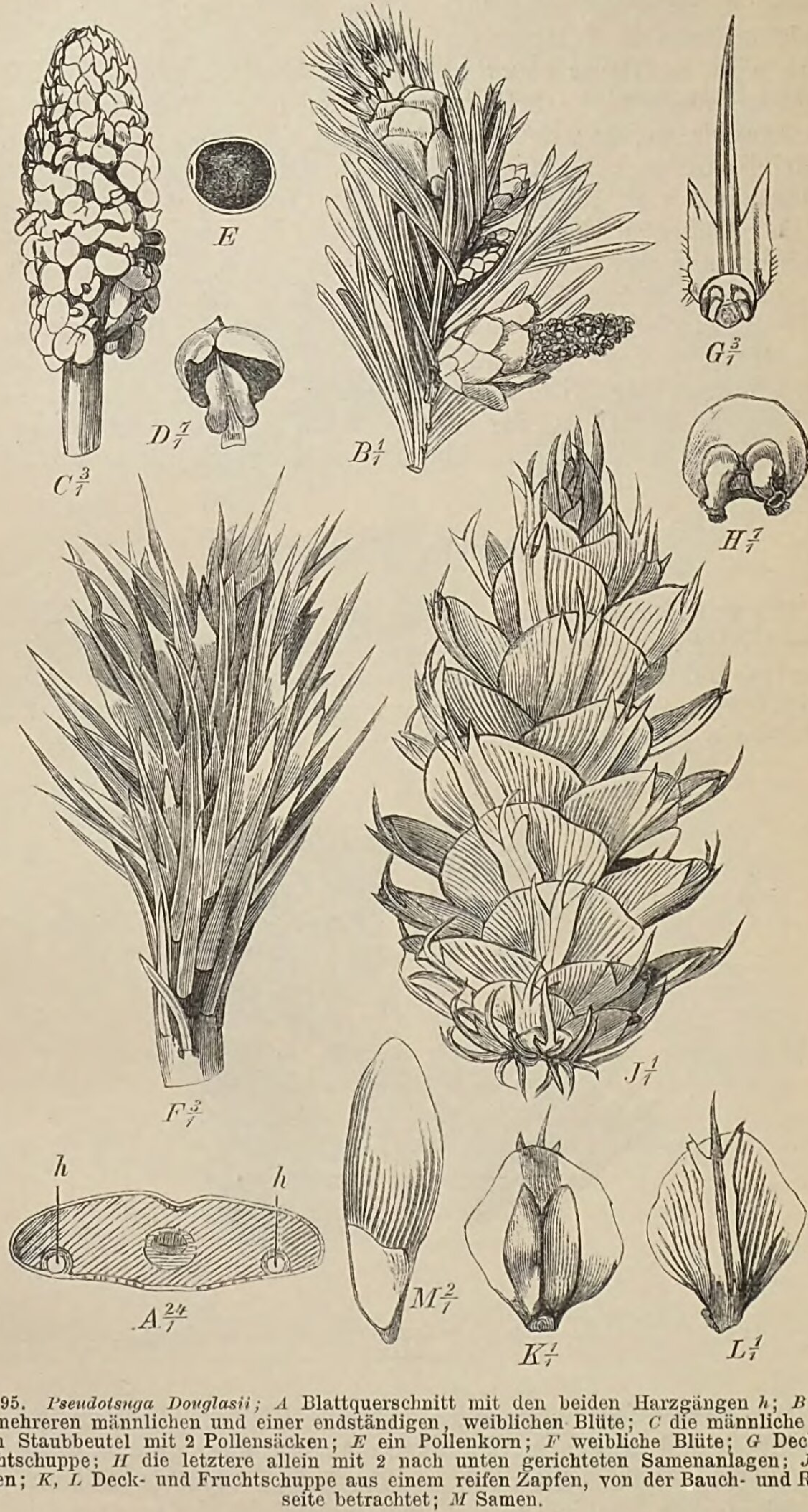


Fig. 95. *Pseudotsuga Douglasii;* *A* Blattquerschnitt mit den beiden Harzgängen *h*; *B* Zweig mit mehreren männlichen und einer endständigen, weiblichen Blüte; *C* die männliche Blüte; *D* ein Staubbeutel mit 2 Pollensäcken; *E* ein Pollenkorn; *F* weibliche Blüte; *G* Deck- und Fruchtschuppe; *H* die letztere allein mit 2 nach unten gerichteten Samenanlagen; *J* reifer Zapfen; *K, L* Deck- und Fruchtschuppe aus einem reifen Zapfen, von der Bauch- und Rückenseite betrachtet; *M* Samen.

sie liefert das Damaraharz, das zu Firnis und in der Medizin Anwendung findet. *A. australis (Kaurifichte)*, in dichten Beständen auf Neuseeland, gibt ein schönes, bernsteinartiges Harz, das besonders im subfossilen Zustande gesammelt wird. — *Araucaria* ist in nur wenigen Arten über Südamerika und Australien bis Neu-Guinea und Neu-Kaledonien verbreitet. *A. imbricata* (*Chiletanne*) (Fig. 94) mit harten, rings um die Zweige gestellten Blättern gibt gutes Bauholz; sie wird häufig in Parkanlagen wenigstens während des Sommers im Freien gehalten; *A. excelsa (Norfolkfichte)* mit kleineren, zusammengedrückten Blättern gibt gutes Schiffbauholz. Von der Gattung *Damara* sind fossile Formen kaum bekannt[1]); *Araucaria* ist aber vom braunen Jura an bis zur Kreide sicher auch in Europa vertreten gewesen: *A. microphylla* aus dem Kimmeridge von Bellay in Frankreich zeigt Zapfen an beblätterten Zweigen; jüngere Vorkommen sind zweifelhaft; so haben sich die berühmten Zapfen aus dem Eocän von England als zu *Sequoia* gehörig erwiesen. Auf Tasmanien, wo jetzt die Gattung fehlt, ist *A. Johnstonii* aus tertiären Tuffen bekannt gemacht worden.

Die *Abietineae* sind durch spiralig gestellte Blätter und durch gespaltene Fruchtblätter ausgezeichnet, von denen die äussere Deckschuppe (Fig. 95 *G, L*) die innere Fruchtschuppe mit 2 seitlich gestellten, hängenden Samenanlagen (Fig. 95 *H, K*) stützt. Die Pollenkörner haben fast stets Flugblasen, nur bei *Pseudotsuga Douglasii* aus dem westlichen Nordamerika, der bei uns zum Anbau empfohlenen *Douglastanne*, fehlen sie (Fig. 95 *E*). — Sie können in 2 Gruppen geteilt werden: bei der ersten wechseln Langtriebe mit Kurztrieben, die aus den Blattachseln jener hervortreten. — *Larix decidua* (*Lärche*) hat sehr reichblättrige Kurztriebe, deren Blätter im Herbste abfallen; bei *Cedrus* hingegen sind die Blätter mehrjährig; *C. Libani* (*Ceder*) ist auf dem Libanon nur spärlich, auf dem Taurus aber in Menge vorhanden, sonst wächst sie auf Cypern und dem Atlas; nahe verwandt ist *C. Deodara* vom Himalaja. — Bei der Gattung *Pinus* sind 2—5 Blätter in den Kurztrieben zusammengestellt. *P. Strobus* aus Nordamerika *(Weymouthskiefer)* mit weichen Nadeln wird häufig kultiviert; sie sowohl wie *P. Cembra (Arve, Zirbelkiefer)* der Alpen, Karpaten und sibirischen Ebenen hat 5 Nadeln in jedem Büschel; die letztere ist der in den Alpen am höchsten aufsteigende Baum, sie hat kürzere und steifere Nadeln als die vorher genannte Art. *P. silvestris (Kiefer, Föhre)* mit 2nadeligen Kurztrieben und aufrechtem Stamm ist ein Charakterbaum der unfruchtbareren Distrikte der nordeuropäischen und asiatischen Ebenen; er liefert gutes Werkholz, Pech, Terpentin, Schiffsteer, Holzwolle; *P. montana (Knieholz, Krummholz)* mit liegendem Stamm bestimmt in den Gebirgen Mitteleuropas eine gewisse Höhenzone, steigt aber in Norddeutschland auch in die Ebene. *P. Pinea* (*Pinie*) mit schirmförmiger Krone und grossen Zapfen, deren Samen essbar sind, wächst im Mittelmeergebiete. *Pinus maritima* aus Südfrankreich und *P. Taeda* aus den atlantischen Staaten Nordamerikas liefern den von der Pharmakopoe vorgeschriebenen Ter-

[1]) *Damarites albus* hat sich als Cycadaceenstamm erwiesen.

pentin (Terebinthinum). — Die zweite Gruppe umfasst solche Gattungen, bei denen nur Langtriebe vorhanden sind, an welchen die Blätter einzeln befestigt sind. *Picea* hat kantige Nadeln und auf-

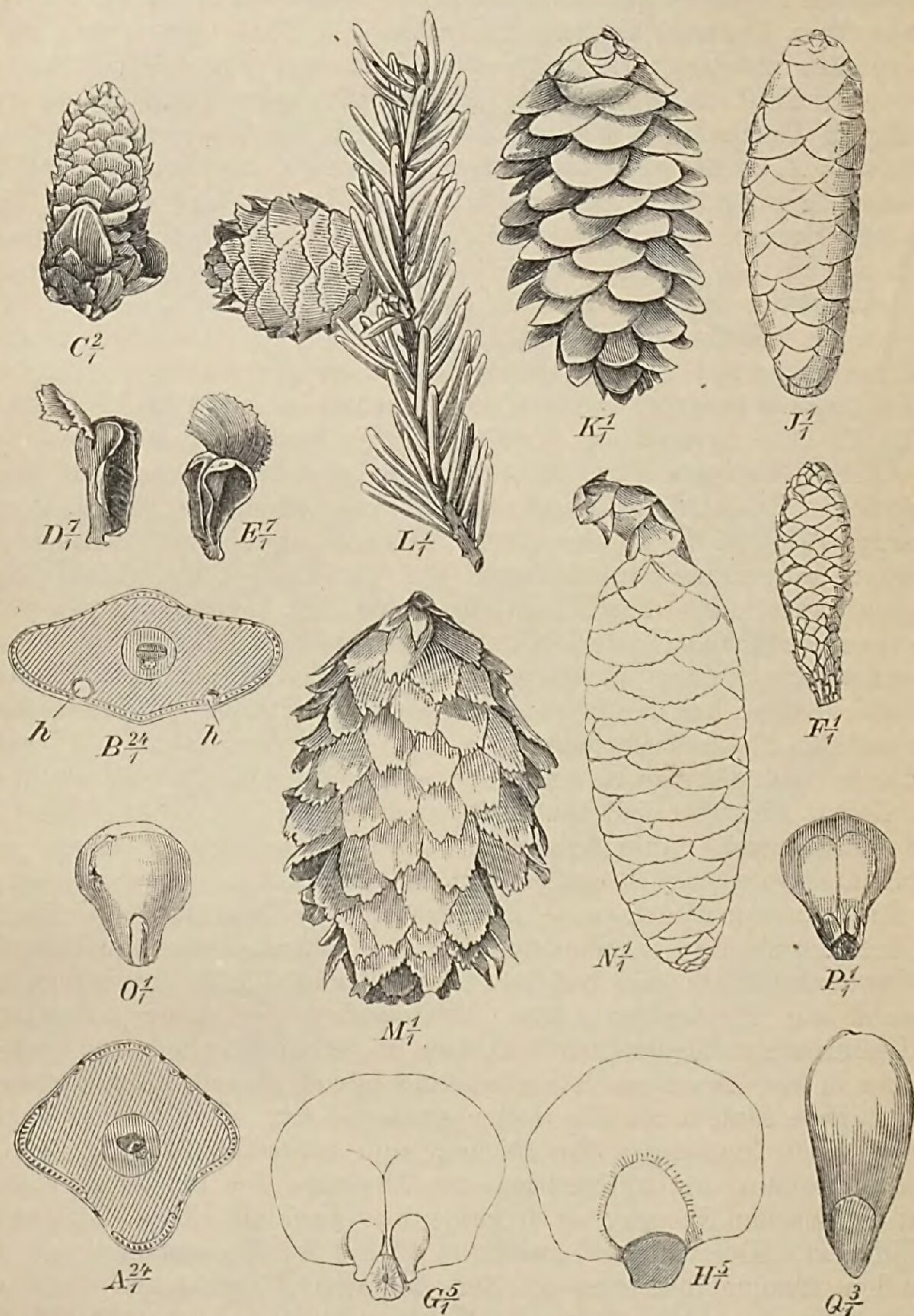


Fig. 96. Blüten und Zapfen verschiedener *Fichten*; *A Picea orientalis* und *P. hondoënsis*; *B* Blattquerschnitte; *C—H*, *O—P P. orientalis*. *C* Männliche Blüte; *D* u. *E* Staubbeutel aus derselben; *F* weibliche Blüte; *G* u. *H* Schuppe daraus; *O*, *P* reife Schuppen, bei *O* mit Deckschuppe. *J*, *K*, *Q Picea alba*, offener und geschlossener Zapfen; *Q* Same. *L P. nigra*, Zweig mit Zapfen. *M* Zapfen von *P. Engelmannii*; *N* Zapfen von *P. Omorica*.

rechte Fruchtzapfen mit bleibenden Schuppen: *P. excelsa* (*Fichte, Rottanne*), in ganz Europa, gibt weisses, weiches Holz, das zu Dielen,

Kästen und sehr viel zu Holzstoff in der Papierfabrikation gebraucht wird; *P. nigra* liefert in ganz Nordamerika gutes weisses Holz; *P. Omorica* von Serbien bis Bulgarien verbreitet, wurde erst neuerdings

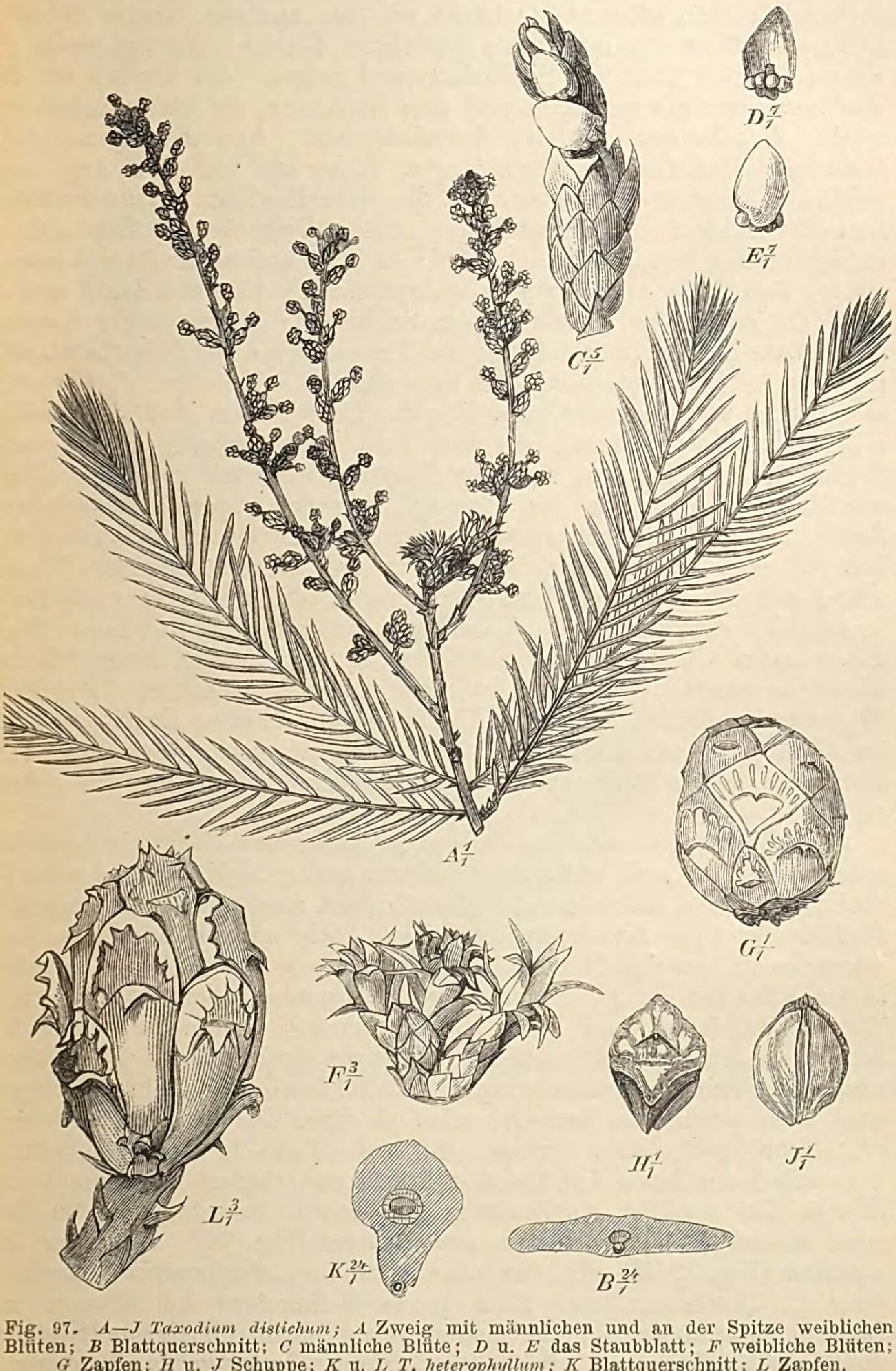


Fig. 97. *A—J Taxodium distichum*; *A* Zweig mit männlichen und an der Spitze weiblichen Blüten; *B* Blattquerschnitt; *C* männliche Blüte; *D* u. *E* das Staubblatt; *F* weibliche Blüten; *G* Zapfen; *H* u. *J* Schuppe; *K* u. *L T. heterophyllum*; *K* Blattquerschnitt; *L* Zapfen.

entdeckt. — *Abies* wird durch flache Nadeln und aufrechte Zapfen charakterisiert, deren Schuppen abfallen: *A. alba* (*Weiss- oder Edeltanne*) in Mittel- und Südeuropa liefert Strassburger Terpentin (Tereb. Argentoratum), das gleichdrähtige Holz wird zu Resonanzböden verwendet; man erkennt sie leicht vor den anderen unserer Nadelhölzer durch die kammförmig gestellten Blätter, die unterseits 2 weisse Streifen (dort die Spaltöffnungen) zeigen. Ihr ähnlich ist *A. Nordmanniana* aus der Krim und dem Kaukasus, die häufig kultiviert wird. *A. balsamea* gibt den Kanadabalsam. Aus allen genannten Gattungen sind fossile Vertreter, z. T. bereits von dem Jura an, bekannt; besonderes Interesse hat die Bernsteinfichte *Pinus succinifera*, deren Harz, der Bernstein im unteren Oligocän des Samlandes, in der blauen Erde, gefunden wird; es liegt auf sekundärer Lagerstätte, der Baum selbst wuchs wahrscheinlich während des Eocäns, vielleicht schon der Oberkreide in Schweden. Auch in der Kreide sind *Pinus*-Zapfen noch häufig; sie finden sich sowohl in Grönland, in Böhmen (*P. longissima*), wie im belgischen Neocom (*P. Corneti,* eine Ceder) und dem der Insel Wight. Im Wealden sind sie gleichfalls vorhanden; während aus dem Jura keine sicheren Funde vorliegen, ist im Rhät von Schonen *Pinites Lundgrenii*, wahrscheinlich das älteste Vorkommen der Gattung, bemerkt worden. Neben den Zapfen, die in den mesozoischen Formationen der Apophysen entbehren, sind auch Kurztriebe bekannt und bemerkenswerter Weise schon mit Blattdrillingen und -Fünflingen, die heute hauptsächlich in Amerika vertreten sind. Ueberhaupt ist darauf hinzuweisen, dass die scharfen Charaktere der Sektionen in den fossilen Arten häufig verwischt werden, und dass Zwischenformen nicht fehlen. Die den Weisstannenblättern ähnlichen Phyllome von *Abietites Linkii,* welche im Wealden ganze Kohlenschichten zusammensetzen, weichen in der anatomischen Struktur von jenen ab und sind nicht sicher zu *Abies* zu stellen.

Die *Taxodieae* sind ausschliesslich aussereuropäisch; sie besitzen spiralig gestellte, oft in 2zeilige Stellung gedrehte Blätter und achselständige, gerade, aufrechte oder blattständige, gewendete und hängende Samenanlagen. — *Sciadopitys verticillata (Schirmtanne)* aus Japan hat verwachsene, paarige Nadeln. *Cryptomeria japonica* wird wie *Gingko* in der Nähe der Tempel gebaut. *Sequoia gigantea* (*Mammutfichte*), mit über 100 m hohen und 12 m im Durchmesser haltenden Stämmen, wächst in den Rocky Mountains. *Taxodium distichum,* ein Charakterbaum der Sümpfe Virginiens (Fig. 97), treibt aus den Wurzeln mächtige, nach oben wachsende Buckeln; seine jährigen Triebe fallen teilweise ab. Auch von dieser Tribus sind viele fossile Reste bekannt; namentlich die letzte Art findet sich fast unverändert massenhaft im Miocän der nördlich gemässigten Halbkugel; dasselbe gilt für die noch lebend erhaltene *Sequoia sempervirens* (Fig. 98). Sehr der *S. gigantea* (Fig. 98 *H—K*), der oben erwähnten *Mammutfichte* ähnlich sieht *S. Couttsiae*, deren Holz ganze Kohlenflöze bei Wurzen in Sachsen zusammensetzt; die Gattung reicht bis in die Kreide (*Sequoia fastigiata* aus Böhmen). Auch die Gattung *Glyptostrobus,* die gegen-

wärtig nur in 2 Arten China bewohnt, ist fossil bekannt; *G. groenlandicus* aus der unteren Kreide (Komeschichten) Grönlands leitet sie ein; *G. europaeus* ist eine in Europa und Amerika bis zur arktischen Region weit verbreitete Pflanze des Pliocän.

Die *Cupressineae* haben gegen- oder quirlständige Blätter und aufrechte Samenanlagen; die Pollenkörner haben keine Flugblasen.

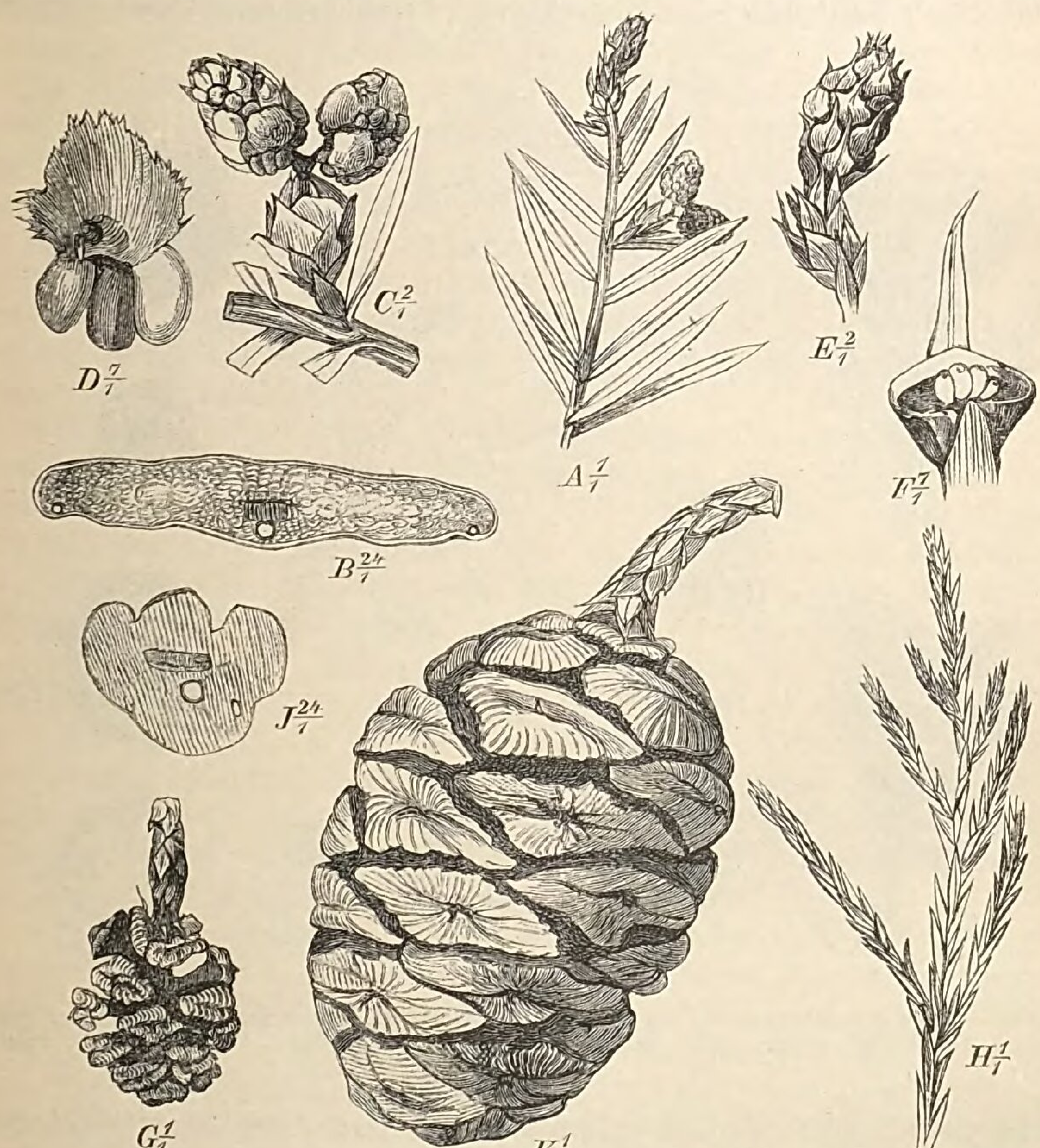


Fig. 98. *A—G Sequoia sempervirens; A* Zweig mit männlichen und weiblichen Blüten; *B* Blattquerschnitt; *C* männliche Doppelblüte; *D* Staubblatt; *E* weibliche Blüte; *F* Schuppe mit 4 Samenanlagen; *G* Zapfen; *H—K S. gigantea, H* Zweigchen; *J* Blattquerschnitt; *K* Zapfen.

Callitris quadrivalvis aus Nordafrika, durch holzige Früchte und klappige Fruchtblätter gekennzeichnet, gibt das *Sandarak*-Harz; *Thuja occidentalis*, der amerikanische *Lebensbaum*, mit horizontal gestellten Zweigchen, hält bei uns viel besser aus als *Th. orientalis* mit vertikal gestellten Zweigchen, aus Vorderasien; die holzigen Zapfen sind aus dachziegelig deckenden Schuppen aufgebaut. *Cupressus sempervirens (Cypresse)* erträgt unser Winterklima nicht mehr; die schildförmigen Schuppen der holzigen Früchte stossen klappig aneinander;

C. nutkaensis (Fig. 99) wird aber häufig kultiviert, sie stammt aus Nordamerika; verwandt mit der Gattung ist *Chamaecyparis*, von denen mehrere Arten (z. B. *C. Lawsonianus*) zu den schönsten Nadelhölzern unserer Parkanlagen zählen. Die Sämlingsformen einzelner Arten mit abstehenden, nadelförmigen Blättern können durch die Kultur konstant erhalten werden; sie machen die frühere Gattung *Retinospora* aus; von ihnen wird *R. japonica* vielfach kultiviert. — *Juniperus communis (Wacholder)* mit fleischigen, beerenartigen, blauen Zapfen

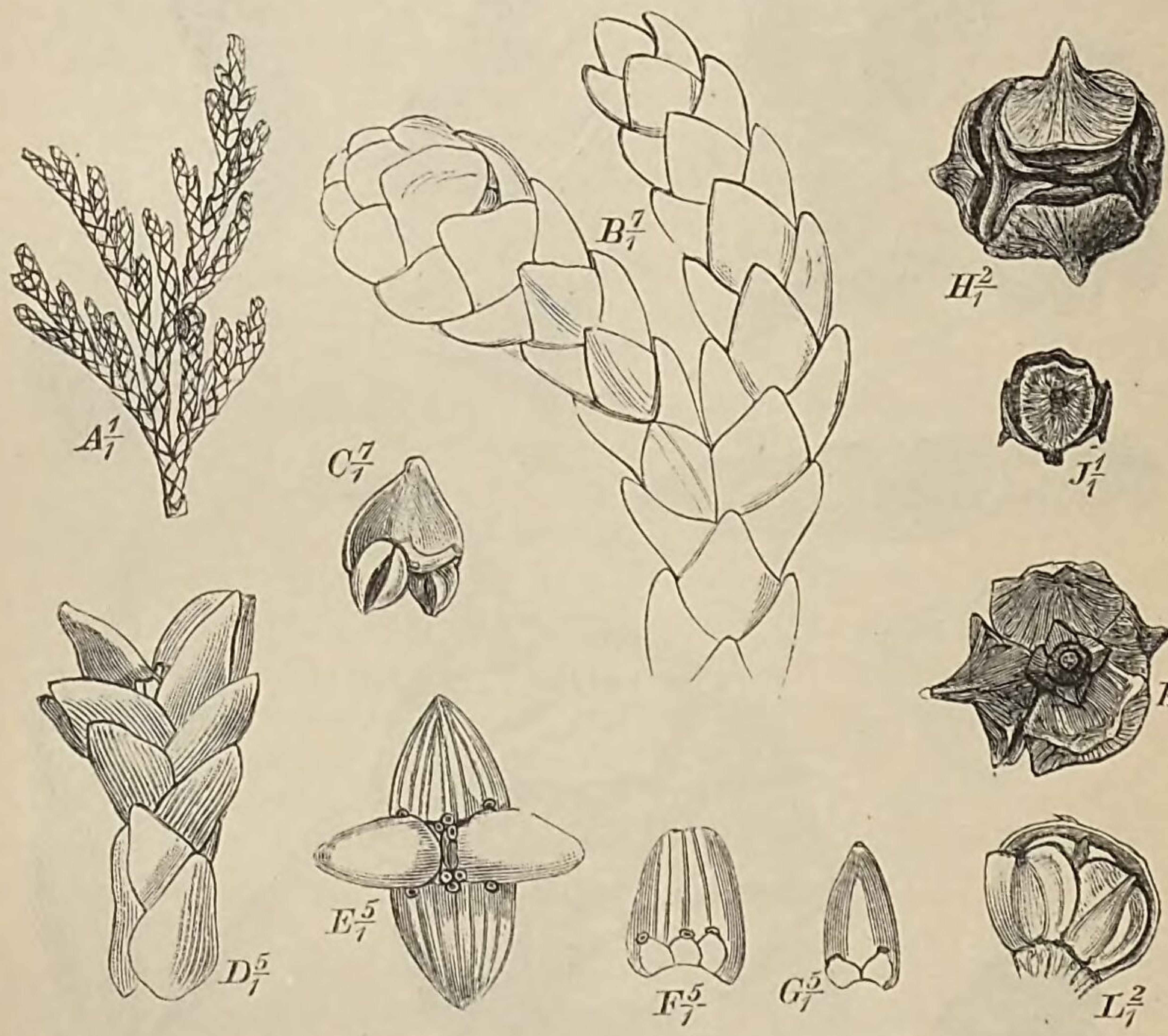


Fig. 99. *Cupressus nutkaensis*, *A* Zweigstück; *B* Zweigende mit männlicher Blüte; *C* Staubblatt; *D*, *E* weibliche Blüte; *F*, *G* untere Schuppen; *H*—*K* Zapfen; *L* Schuppe mit 3 Samen.

findet sich in der nördlich gemässigten Zone; *J. Sabina (Sadebaum)* in der alten Welt mit viel kürzeren Blättern ist wie die vorige Art offiziell (Baccae Juniperi und Summitates Sabinae); *J. virginiana* aus Nordamerika gibt ein zu Bleistiftfassungen häufig verwendetes Holz. — Fossile Reste von *Cupressineae* sind im Tertiär ausserordentlich häufig, wenn auch meist nur in beblätterten Zweigen vorliegend, die für die genaue Ermittelung der Formen als ungenügend anzusehen sind. Von einer ganzen Reihe sind aber die Zapfen bekannt, so z. B. von *Widdringtonia helvetica*, die im Miocän weit verbreitet ist (von Italien bis Grönland); von der Gattung, die gegenwärtig nur noch am Kap in 3 Arten lebt, können deutliche Spuren bis in den weissen Jura von Frankreich verfolgt werden. Nicht minder nimmt *Callitris* im Miocän und Eocän in Europa ein grosses Terrain ein (*C. Brong-*

niartii); Aeste mit den charakteristischen, kreuzgegenständigen Schuppenblättern sind im weissen Jura nicht selten; man hat sie *Palaeocyparis* genannt. *Thuja borealis* ist im Miocän Grönlands vorhanden; *Juniperus virginiana* ist aus den Glacialthonen am Ohio bekannt.

Zum Schluss seien noch einige fossile Gattungen genannt, welche entweder nicht oder nur höchst unsicher in dem System untergebracht werden können. Für die Trias sehr bezeichnend ist *Voltzia,* mit *V. heterophylla,* die ihren Namen davon erhalten hat, dass neben kurzen, an die *Araucarien*blätter erinnernden Phyllomen lange, lineale oft an demselben Zweige vorkommen. Zapfen sind mit diesen Zweigen in Verbindung gefunden worden; sie werden aus lang genagelten, oben breiten, 3- oder 5zipfligen Schuppen aufgebaut, auf deren Innenseite ein von 2 Kielen durchlaufenes Feld 3 Samen trägt. Die männlichen Blüten nähern sich in ihrer Natur denen der Fichten. *V. heterophylla* gehört dem Buntsandstein an; *V. coburgensis* mit sehr locker beblätterten Zapfen dem Keuper; *V. Liebeana* aber ist dem Perm eigentümlich. Die Gattung zeigt Beziehungen zu *Araucaria* und *Sequoia.*

Geinitzia, der oberen Kreide ausschliesslich eigentümlich, hat rutenförmige Aeste, die mit spiral gestellten, oben eingekrümmten, ziemlich kurzen, schmalen Blättern dicht besetzt sind. Die Zapfen von *G. formosa* aus Quedlinburg sind mit dem Zweig in Verbindung beobachtet worden; sie sind sehr dick, cylindrisch und bestehen aus schildförmigen Schuppen. Für die permische Formation ist die Gattung *Walchia* wichtig. *W. piniformis* hat 2zeilig gestellte, zuweilen sehr schlanke Zweige, die mit oben sichelförmig eingebogenen, kleinen Blättern nach Art der *Araucaria* besetzt sind. Wennschon man die cylindrischen Zapfen, welche aus spiral disponierten, lanzettlichen, zugespitzten Schuppen aufgebaut werden, an den Spitzen kürzerer Zweige, die mit längeren wechseln, gefunden hat, so ist über die Natur der Schuppen keine Kenntnis zu erlangen gewesen.

Die Gattung *Pagiophyllum* umfasst Zweige mit kürzeren oder längeren, lanzettlichen Blättern, von deren Basen Blattkissen herablaufen. Viele Arten sind von der Trias bis in die Kreide beschrieben worden. Die Gattung ist wahrscheinlich ein Sammelbegriff, der Objekte sehr verschiedener Natur umfasst; nach dem gegenwärtigen Umfange gehört aber auch *Ullmannia* hinein, von der *U. Bronnii,* unter dem Namen der Frankenberger Kornähren aus dem permischen Kupferletten Hessens die bekannteste Art ist. Die Zweige sind in Kupferglanz verwandelt und so häufig, dass man dort sie bergmännisch gewann und auf Kupfer verarbeitete.

Fossile Hölzer, die den Bau der lebenden Coniferenhölzer zeigen, sind von dem Mitteldevon an bis in das Tertiär vielfach gefunden und zur Aufstellung von Gattungen und Spezies benutzt worden. Viele aus den ältesten Formationen gehören aber zu den *Cordaitaceae,* obgleich in *Tylodendron* ein echtes Coniferenholz aus dem Permokarbon der Ottweiler Schichten bei Saarbrücken vorliegt. Nach der Gruppierung der Hoftüpfel, der Beschaffenheit der Markstrahlen und dem Vorkommen von Harzzellen oder Harzgängen hat man sie in

Gruppen gebracht, von denen *Taxoxylon* bis ins Tertiär, *Cupressinoxylon* bis zur Kreide, *Cedroxylon* bis zum Keuper gehen.

Morphologie. Die Trennung der Geschlechter bei den Pinaceae beruht auf ursprünglicher Verschiedenheit und kann nicht durch Fehlschlag aus einer Zwitterblüte abgeleitet werden. Die männlichen Blüten werden aus zahlreichen Staubblättern zusammengesetzt, die wieder zu Köpfchen, Aehren oder Dolden vereint sein können; die Pollensäcke sind stets 1fächrig und sitzen in veränderlicher Zahl auf der Unterseite der Blätter, selten gleichen sie mehr den gewöhnlichen Formen der Angiospermen *(Gingko).* Eine Blütenhülle ist ebensowenig wie bei den weiblichen Blüten vorhanden.

Die Schuppen, welche die weiblichen Blüten aufbauen, sind einfach oder seltener durch die Bildung eines Auswuchses auf der Oberseite doppelt. Ueber die morphologische Natur hat man sehr verschiedene Ansichten vertreten; so sah man die „Fruchtschuppe" als einen Flachspross aus der Achsel der Deckschuppe an und betrachtete dann folgerichtig die weibliche Blüte als Blütenstand; jetzt hält man die letztere nur für eine dorsale Wucherung der Fruchtschuppe.

Die Körper, welche wir Samenanlagen genannt haben, sind von anderen Autoren als Fruchtknoten betrachtet worden, so dass der ganze Begriff der Gymnospermie in Wegfall kam; sie können nicht einmal bei *Podocarpus* mit einigem Rechte als anatrop gedeutet werden, sondern sind stets geradläufig, dabei aber bald aufrecht, bald hängend. Von Integumenten ist in der Regel nur eins ausgebildet, bei *Taxus* ist aber ein zweites, äusseres, die Samenanlage ganz oder nur bis zur Hälfte umschliessendes entwickelt, das später einen Arillus bildet; es wird von manchen, und zwar mit gutem Grunde als Homologon eines Fruchtblattes betrachtet.

Die Pinaceae sind anemophil; ihr Pollen ist häufig mit besonderen Windsäcken versehen, die sein Gewicht erleichtern; er passiert leicht die Mikropyle, und zwar geschieht dies dadurch, dass von dem Nucellus ein Flüssigkeitstropfen ausgesondert wird, der auf der Mikropyle zur Zeit des Stäubens schwebt und den Pollen fängt. Nach und nach verdunstet er, und dabei werden die Körner durch den Kanal nach dem Nucellus oder in die Pollenkammer eingeschlürft; bei den Abietineae wird der Pollen durch einen Zangenapparat an der Mikropyle gefangen, dessen Arme sich nach der Belegung nach innen schlagen und ihn so festhalten.

Die Zahl der Archegonien schwankt zwischen 2 *(Pinus silvestris)*, 5—8 *(Taxus)* bis 15 *(Callitris)*; bezüglich ihrer Ausbildung gibt es mancherlei Varianten. Sie entstehen erst nach der Belegung der Mikropyle mit Pollen, und zuweilen erst, wenn der Pollenschlauch bereits zu wachsen anfängt. Bei vielen Coniferen (*Pinus, Abies, Picea* u. s. w.) ruht der Pollen, wie oben gesagt wurde, während des ganzen ersten Jahres, die Früchte brauchen also 2 Vegetationsperioden, manchmal sogar 3 zur Reife, bei anderen *(Taxus)* reift die Frucht im ersten Jahre. *Gingko* verhält sich noch anders: die Frucht ist scheinbar vollkommen im ersten Herbste entwickelt und

fällt ab; in ihr hat zwar der Pollen schon einen Schlauch getrieben, eine Entwickelung des Keimlings hat aber noch nicht stattgefunden; dieser bildet sich erst in einer Nachreife, eine Erscheinung, die auch bei gewissen Cycadaceae statthat.

Bei vielen Coniferen werden mehrere Archegonien befruchtet; die Zahl der Keimlingsanlagen kann auch dadurch vervielfältigt werden, dass sich der Vorkeim durch Längswände in 4 Zellen teilt, deren jede die ersten Teilungen zur weiteren Entwickelung eines Keimlings erfahren kann. Von allen den möglichen Anlagen wächst aber fast stets nur eine zur Reife heran. Zur Verbreitung der Samen dienen häufig Flügel; die mit fleischigen Aussenschichten versehenen werden von Tieren eifrig aufgesucht und verzehrt und die unverdaulichen Samen dann mit den Abgängen verstreut.

Die oft in grösserer Zahl vorhandenen Keimblätter sind fast stets frei, nur *Gingko* und einige *Araucaria*-Arten haben sie, wie die Cycadaceae, an der Spitze verwachsen. Wenn die Sprosse in Lang- und Kurztriebe differenziert sind, so tragen die ersteren häufig nur schuppenartige Niederblätter, die auch die Basis der letzteren bedecken.

5. Reihe. Gnetales.

Stämme einfach oder verzweigt, ohne Harzgänge; das sekundäre Holz enthält Gefässe. Die Blätter sind kreuzgegenständig und ganz. Blüten mit einer Hülle, die aus 2—4 Blättern gebildet wird, regelmässig getrenntgeschlechtlich; die männlichen haben 2—8 Staubblätter, die weiblichen eine geradläufige, aufrechte Samenanlage mit einzelnen oder zwei Integumenten.

6. Familie. Gnetaceae.

Charakter derselbe, wie derjenige der Reihe.

1. Unterfamilie *Ephedroideae.*

Die männliche Blüte hat auf einem staubfadenähnlichen Träger 2—8 sitzende Staubblätter mit 2fächerigen Beuteln. Die weibliche umschliesst in einer schlauchförmigen Blütenhülle eine einzige Samenanlage, die von einem Integumente umhüllt ist; die Blütenhülle erhärtet, dagegen werden die 4—6 Hochblätter bei der Samenreife fleischig und rot gefärbt. Der Keimling hat zwei Keimblätter und hängt an einem knäuelförmig aufgewickelten Suspensor. — Sträucher mit reichlicher Verzweigung, die zuweilen klettern, von schachtelhalmartiger Tracht; die Aeste sind längsgestreift und tragen schuppenförmige, kreuzgegenständige Blätter, die hochscheidig verbunden sind. Die männlichen Blüten in kreuzgegenständigen Aehren; die weiblichen einzeln oder gepaart an den Enden der Zweige. — *Ephedra vulgaris* ist besonders im Mittelmeergebiete, im Oriente bis zum Himalaja verbreitet und berührt noch im Wallis und Süd-

tirol die Grenzen der weiteren deutschen Flora. Andere Arten finden sich in Zentralasien und dem Oriente, wenige auch in Amerika.

2. Unterfamilie *Gnetoideae.*

Die männliche Blüte hat auf einem ähnlichen Träger 2 sitzende, monothecische Staubblätter, die von einer kantigen, keulenförmigen, an der Spitze zusammengezogenen Röhre umhüllt sind. Die Hülle der weiblichen Blüte ist flaschenförmig; die von ihr umschlossene einzelne Samenanlage hat ein äusseres und ein doppelt so langes inneres Integument; das erstere erhärtet und die Hülle wird zur Fruchtreife saftig. Der Keimling besitzt 2 Keimblätter und ist an einem zusammengewickelten Suspensor aufgehängt; am hypokotylen Teile befindet sich ein spornartiger Fortsatz, der in das Nährgewebe reicht und als Saugapparat dient. — Aufrechte oder an anderen Pflanzen aufsteigende Holzgewächse mit knotig gegliederten Zweigen und laubigen, grossen, kreuzgegenständigen, oblongen Blättern. Blüten 2häusig in oft reichverzweigten, traubigen oder rispigen Inflorescenzen, die aus Aehren aufgebaut sind. Die männlichen Blüten treten in doppelreihigen, die weiblichen in einfachen Quirlen aus den Achseln napfförmiger, geschlossener Hochblätter; sie sind in Polster von gegliederten Haaren eingesenkt.

Gnetum Gnemon ist in Ostindien und dem Malayischen Archipel verbreitet; es ist ein aufrechter Baum, der wegen seiner essbaren Samen und der als Gemüse gekochten Blätter kultiviert wird. Im Malayischen Archipel kommen noch mehrere Arten vor, eine andere wächst im tropischen Westafrika; mehrere Arten gedeihen im tropischen Amerika.

3. Unterfamilie *Welwitschioideae.*

Die männliche Blüte besitzt eine 4blättrige Hülle; die 6 trithecischen Staubblätter sind bis zur Hälfte verbunden; in ihrer Mitte sitzt eine sehr verkümmerte Samenanlage. Die weibliche Blüte hat eine schlauchförmige Blütenhülle, die von dem langen, an der Spitze 2zähnigen, äusseren Integumente überragt wird. Staubblattrudimente sind nicht vorhanden; der Keimling hat 2 Keimblätter, ein Saugsporn ist ebenfalls vorhanden. — Der nur wenig über den Boden sich erhebende kreiselförmige Stamm erzeugt nur 2, während des ganzen Lebens verbleibende, breitlineale, längs zerreissende Blätter (Fig. 100), welche unmittelbar auf die vergänglichen Keimblätter folgen. In der Nähe der Blätter treten die rispigen Blütenstände hervor, deren Zapfen aus Schuppen aufgebaut werden, die in 4 Reihen angeordnet sind.

Welwitschia mirabilis wächst von dem Damaraland in Südwestafrika bis nach Angola.

Anatomische Verhältnisse. Die Gnetaceae müssen schon ihrer anatomischen Verhältnisse halber von den Coniferen getrennt werden. Allen ist gemeinsam, dass sie im Hadrom der Gefässbündel, im sekundären Holze poröse Gefässe besitzen, und dass in den Radial-

wänden der Holzzellen die Hoftüpfelbildung minder deutlich und regelmässig ist. Die *Ephedroideae* besitzen längsgestreifte, gerillte Aeste; die Leisten zwischen den Rillen werden durch subepidermale Bastrippen erzeugt; unter den Rillen liegt ein aus palissadenartigen Zellen aufgebautes Assimilationsgewebe und über ihm befinden sich die Spaltöffnungen in einfacher Reihe. Die *Gnetoideae* besitzen, sofern sie lianenartig aufsteigen, abnorme Stammbildung: der primäre Ring der Gefässbündel schliesst sich nämlich endlich ab, und es wird ein neuer aus einer in der Rinde liegenden, meristematischen Zone gebildet, auf den später noch weitere äussere folgen. Auch bei *Welwitschia mirabilis* ist das beträchtliche Dickenwachstum des aus dem Hypokotyl entstehenden Stammes abnorm. In der meristematischen Zone zunächst dem Blattpaare werden nämlich fortdauernd

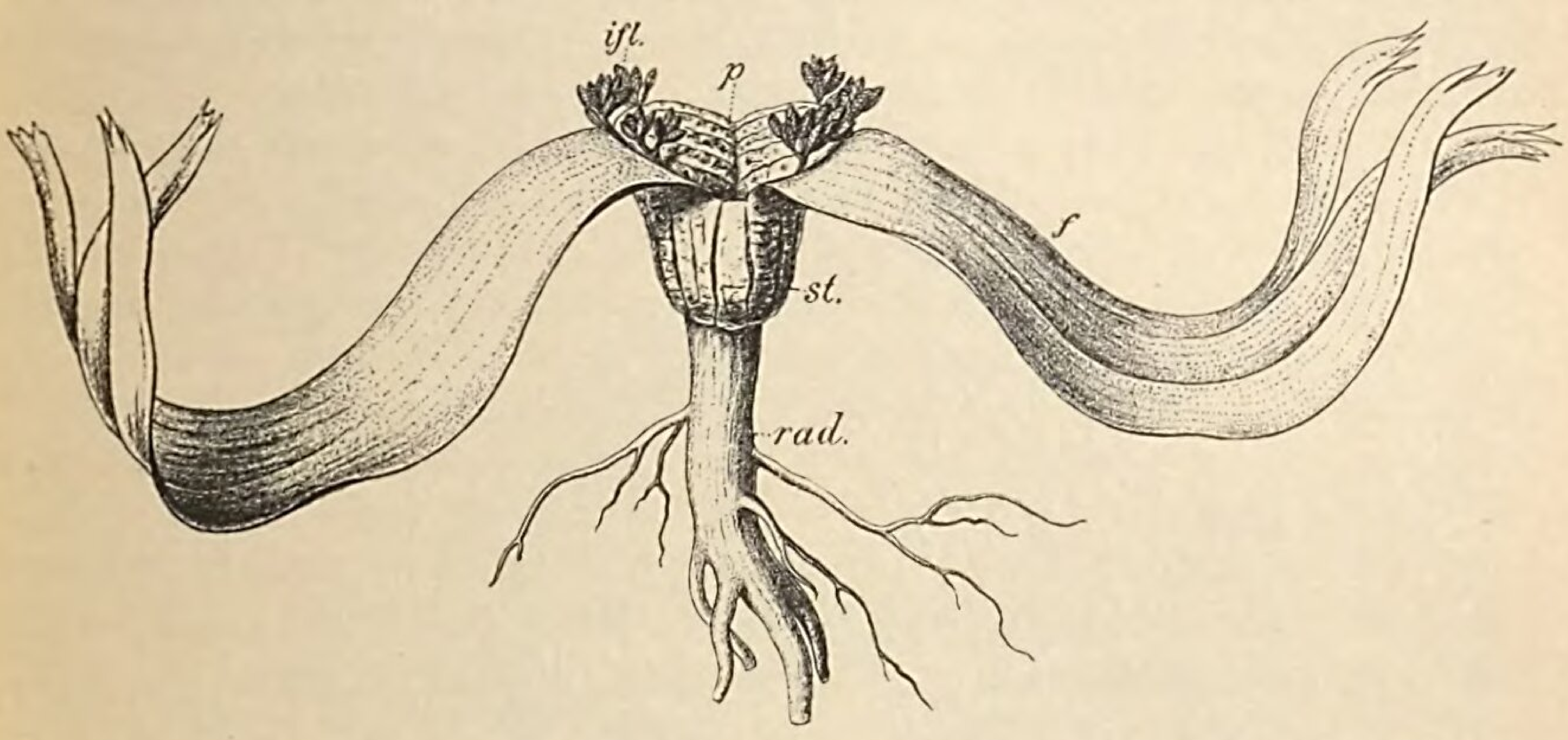


Fig. 100. *Welwitschia mirabilis.* Jüngere, blühende weibliche Pflanze mit aufgeschlitzten Blättern.

Gefässbündel eingeschaltet, die nur ein beschränktes Wachstum zeigen. Sehr eigentümlich sind für diese Pflanze die reichlich im Grundgewebe eingestreuten Spicularzellen, welche aussen mit Krystallen von oxalsaurem Kalke bedeckt sind.

II. Unterabteilung. Angiospermae *(Metaspermae.)*

Blüten allermeist von einer Hülle umgeben. Männliche Geschlechtszellen (Pollenkörner), den *Mikrosporen* homolog, in Staubblättern (*Sporophyllen*), deren besonders umgebildete, obere Enden sie anfüllen. Diese Behälter (Staubbeutel, Antheren) bestehen meist aus 2 Hälften (*Theken*), die nochmals in Loculamente geteilt sind. Bei der Vollblüte, zuweilen schon vorher, werden die Beutel in verschiedener Weise geöffnet; dabei fliessen die Inhalte

der Loculamente und zuweilen die der Theken zusammen. In dem Fruchtknoten sind die Samenanlagen (in ihnen die Makrosporangien) eingeschlossen; die Fruchtblätter, welche jenen zusammensetzen, bilden entweder eine geschlossene Höhle mit einem oder mehreren

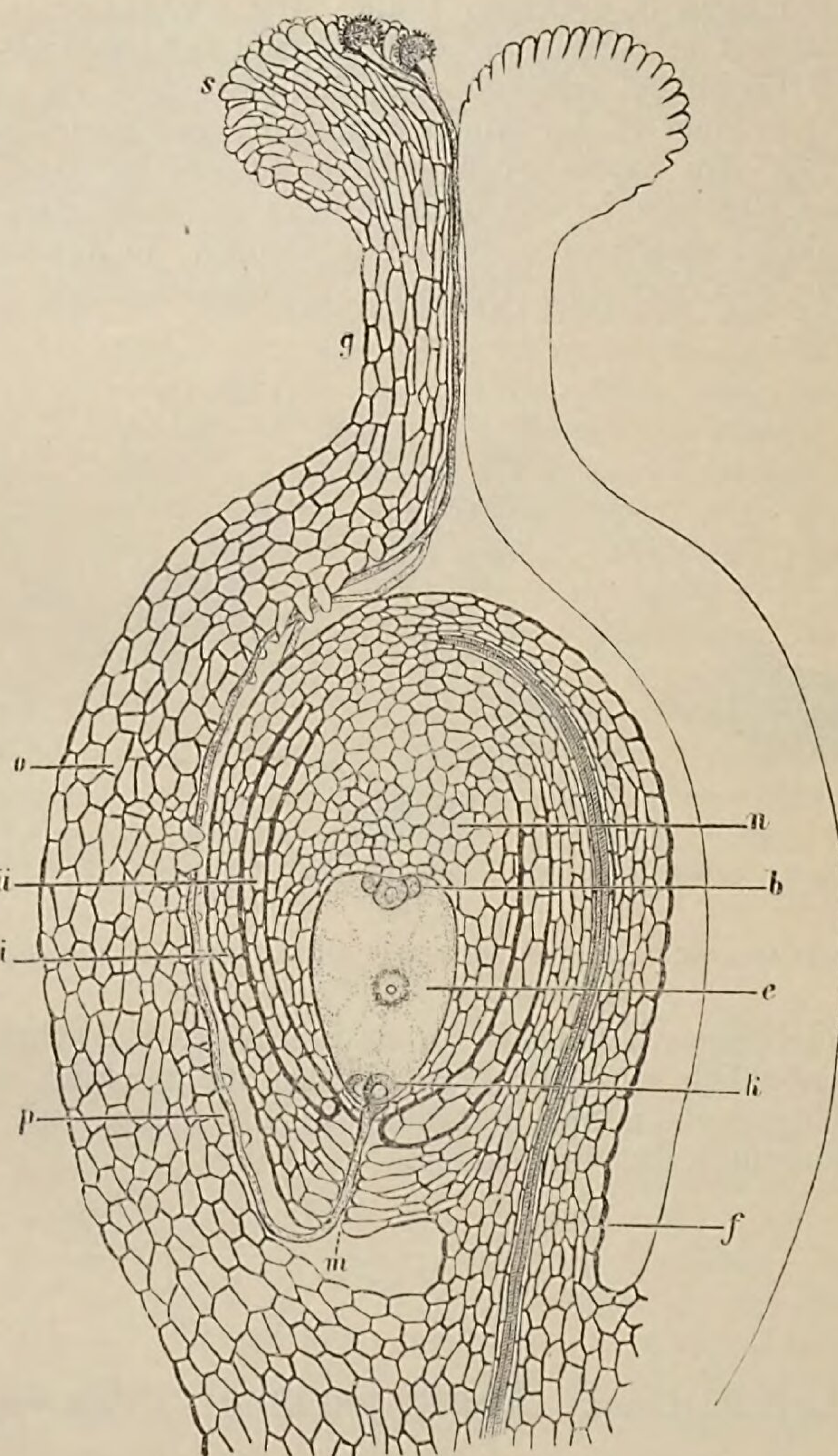


Fig. 101. Stempel mit anatroper Samenknospe beim Akte der Befruchtung, im Längsschnitte, schematisch: *o* Fruchtknoten; *g* Griffel; *s* Narbe mit 2 Pollenkörnern, die Schläuche *p* getrieben haben; der eine hat die Führung verloren, der andere wird durch zitzenförmige Papillen geleitet; er durchdringt die Mikropyle *m* und das Gewebe des Nucleus *n* und legt sich an eine der Synergiden an; *e* Zentralkern des Embryosackes; *b* Antipoden; *f* Nabelstrang; *ai* äusseres, *ii* inneres Integument der Samenanlage (nach Luerssen).

solíden Griffeln, oder die letztere ist durch einen engen, längeren Kanal (Griffelkanal), selten durch eine breite, niedrige Oeffnung

zugänglich. Die Samenanlage besteht aus dem Nucellus und dem einzelnen oder paarigen Integumente, das bis auf einen engen Kanal (*Mikropyle,* Keimmund) geschlossen ist. Im Nucellus (*Makrosporangium*) liegt der Embryosack, welcher der *Makrospore* homolog zu setzen ist. Die Befruchtung vollzieht sich dadurch, dass die Pollenkörner auf die Narbe des Fruchtknotens gelangen und einen Schlauch treiben, der den Griffelkanal oder den soliden Griffel in dem „leitenden Gewebe“ durchwächst, und durch besondere Leitapparate nach dem Embryosacke gelangt. Meist benützt er die Mikropyle als Zugang, nur sehr selten durchdringt er die Chalaza (*Casuarina*, *Betula*). Ehe die Befruchtung geschieht, vollziehen sich in der Mikrospore (dem Pollenkorn) wie in der Makrospore (dem Embryosacke) gewisse Zellteilungen, welche deswegen vom grössten Interesse sind, weil sie den Vorgängen bei den Kryptogamen in den entsprechenden Organen zwanglos homolog gesetzt werden können. In der Pollenzelle bilden sich nach vorausgehender Kernteilung 2 Zellen, eine kleinere vegetative, die noch wiederholt zerfallen kann und eine grosse. Ist jene in der Einzahl vorhanden, so wird sie durch eine uhrglasförmige Haut von der grossen abgetrennt; sie lässt sich mit der vegetativen Zelle der Gymnospermen und durch diese mit dem Prothallium in den Mikrosporen der archegoniaten Kryptogamen in Uebereinstimmung bringen. Später wird die Wand aufgelöst und der vegetative Kern wandert mit dem grösseren aus der anderen Zelle (der fertilen Antheridiumzelle) in den Pollenschlauch. Gegen die Gymnospermen liegt ein wesentlicher Unterschied insofern vor, als dort das Pollenkorn in der Exine aufreisst um den Schlauch austreten zu lassen, während bei den Angiospermen besondere eigentümlich gestaltete und regelmässig gelagerte Poren den Austritt gestatten.

Der Embryosack, das Homologon der Makrospore (Fig. 101 *e*), bildet sich aus einer entweder nahe der Nucellusspitze unter der Epidermis oder auch aus einer etwas tiefer gelegenen Zelle. Sie wächst beträchtlich herein, und ihr Kern teilt sich nach vorausgegangener Karyokinese (Kernspaltung). Die beiden Teilprodukte rücken an die entgegengesetzten Pole auseinander und bilden dort den Ausgangspunkt für einen 4gliederigen Zellkomplex. Je 3 derselben werden mit einer Hautschicht umzogen, während sich die vierten Kerne nach dem Zentrum auf- und absteigend bewegen und hier zu einem Zentralkern verschmelzen. Die 3 obersten Zellen würden als äusserst reduzierte Archegonien anzusehen sein, während die basalen (Antipoden) als der Anfang der Prothalliumbildung zu betrachten wären.

Von den 3 Zellen liegen 2 der Mikropyle näher als die dritte; gerade die letztere ist es aber, welche (die Eizelle oder das Ei) durch den Uebertritt des Spermakernes aus dem Pollenschlauche befruchtet wird. Die Befruchtung geschieht durch Kopulation des letzteren mit dem Kern des Eies. Die beiden anderen Zellen wirken zur Uebertragung der Spermakerne mit und heissen deshalb Synergiden oder Gehilfinnen; sie zerfallen später und verschwinden; nur ausnahmsweise werden sie befruchtet.

Durch die Bildung weiterer Zellen im Embryosacke entsteht jenes Nährgewebe für den späteren Keimling, welches Endosperm genannt wird. Erzeugt der übrige Teil des Nucellus ebenfalls ein solches, so heisst es Perisperm. Die Keimbildung geschieht stets derart, dass sich die befruchtete Zelle zunächst mit einer Haut umgibt, dann erfolgen mehr oder weniger zahlreiche Teilungen senkrecht zur Hauptachse, welche den Embryoträger bilden. Die nach innen gewendete Endzelle schwillt kugelförmig an, es erfolgt Octantenbildung und durch peripherische Spaltungen zunächst Aussonderung der Epidermis. Der akroskopische Teil erzeugt darauf ein oder zwei Keimblätter und den Vegetationskegel, der basiskope wird zur Wurzel. Darin liegt die Ursache, dass, wenn nicht besondere Wendungen eintreten (*Sterculia*), die Wurzel des Keimlings stets nach der Mikropyle gewendet liegt, eine Thatsache, welche zur Bestimmung der Form der Samenanlage oft von Belang ist. Wird das Nährgewebe durch die Keimbildung aufgezehrt, so kann man die Pflanzen innerhalb ihres Verwandtschaftskreises für höher entwickelte ansehen, als wenn dasselbe erst bei der Keimung von der jungen Pflanze verbraucht wird.

1. Klasse. Monocotyledoneae. *(Monocotyleae).*

Samen mit einem Keimblatte; Stamm von geschlossenen Gefässbündeln durchlaufen; Blätter häufig parallelnervig; Blüten gewöhnlich aus fünf 3gliedrigen Wirteln aufgebaut.

I. Reihe. Pandanales.

Getrenntgeschlechtliche Blüten in Kolben oder Köpfchen, meist ohne Hüllen, in der Zahl der Organe wechselnd; Samen mit Nährgewebe. Blütenstände zusammengesetzt, kolbenartig, langcylindrisch oder kugelig.

I. Familie. Typhaceae.

Blüten getrenntgeschlechtlich, einhäusig. Männliche Blüten mit 2—5 (meist 2—3) Staubblättern, die oft am Grunde vereinigt sind und von langen Haaren umgeben werden; das Mittelband ist keilförmig, ein wenig über die Beutel vorgezogen. Weibliche Blüten mit einem gestielten von Haaren umgebenen Fruchtblatt; die Narbe ist verbreitert, am Ende spitz; die einzelne Samenanlage ist hängend und halb gewendet oder fast gerade. Die Frucht ist ein einsamiges, mit Deckel aufspringendes, hängendes Nüsschen (seltener eine Karyopse), das in dem fleischigen Nährgewebe den geraden Keimling umschliesst. — Kräuter mit unterirdischer, kriechender, mit 2zeiligen Schuppenblättern besetzter Grundachse und linealen, grossen, 2zeiligen, am Grunde scheidigen, ein wenig schraubig gedrehten, langen Laubblättern. Die Blütenstände beschliessen die aus den Blattachseln der obersten Schuppenblätter hervortretenden Sprosse; sie sind kolbenförmig, im unteren Theile weiblich, im oberen männ-

lich, beide zusammenhängend oder getrennt, durch abfällige, grosse, häutige Hochblätter gestützt. Die weiblichen Blüten gewöhnlich ohne Deckblätter, zu mehreren traubig verbunden, die männlichen stets nackt, einzeln.

Nur eine Gattung *Typha* mit etwa 12 Arten über die gemässigten und warmen Zonen beider Hemisphären an Rändern stehender Gewässer verbreitet. *T. angustifolia* und *T. latifolia*, die sich dadurch unterscheiden, dass bei jener die weiblichen Blüten mit Deckblättern versehen sind, während sie bei dieser fehlen, sind in ganz Europa verbreitet. *T. latissima*, mit *T. latifolia* nahe verwandt, ist eine fossile Art, die im Tertiär eine weite Verbreitung hatte; sie findet sich von Südfrankreich bis nach dem Samlande.

2. Familie. Pandanaceae.

Blüten getrenntgeschlechtlich, 2häusig. Männliche Blüten dicht gedrängt, wenn sitzend oft nicht deutlich voneinander getrennt, ohne Blütenhülle oder Haare, mit vielen doldig und traubig zusammengestellten Staubblättern, deren schmales Mittelband über den Beutel in eine Spitze ausläuft. Weibliche Blüten nackt, gewöhnlich aus vielen und seltener nur einzelnen Fruchtblättern gebildet, zuweilen mit Resten von Staubblättern; Narbe sitzend; die einzelnen oder zahlreichen, gewendeten Samenanlagen sind aufrecht. Die Beeren oder Steinfrüchte sind zu einer Sammelfrucht vereinigt. — Bäume, Sträucher oder lianenartig aufsteigende Holzgewächse, ohne besondere Kletterapparate mit offen scheidigen, linealen, zugespitzten, am Rande und oft auch auf dem starken Mittelnerv rückseitig dornig gezähnten Blättern, welche in 3 gewundenen Zeilen stehen. Die Blütenstände beschliessen die Achsen und sind Kolben, die von häutigen oder lederartigen, meist grossen Deckblättern gestüzt werden; die Blüten entbehren der Deck- und Vorblätter. Die Stämme der grösseren Arten erfahren durch eingeschaltete Mestomstränge ein zuweilen sehr bedeutendes Dickenwachsthum und werden dann durch kräftige Luftwurzeln gestützt. — 2 Gattungen mit etwa 70 Arten, nur den Tropen der alten Welt angehörig, besonders im malayischen und malagassischen Gebiete verbreitet.

Die Früchte mehrerer Arten von *Pandanus*, z. B. von *P. ceramicus* werden gegessen. Von *P. utilis* werden die Blätter als Flechtmaterial verwendet.

3. Familie. Sparganiaceae.

Blüten getrenntgeschlechtlich, einhäusig, mit einer aus 3—6 häutigen Blättchen bestehenden Blütenhülle. Die männlichen Blüten haben 3—6 Staubblätter, deren Mittelband keilförmig ist; in den weiblichen Blüten findet sich ein einzelnes Fruchtblatt, oder sie haben 2 Fruchtblätter mit je einer hängenden, gewendeten Samenanlage; die sitzende Narbe ist lanzettlich. Die Steinfrüchte sind 1—2samig; der gerade Keimling liegt in einem mehlartigen Nährgewebe. —

Kräuter mit kriechender Grundachse, deren Zweige durch einen ährenförmigen oder rispenartigen Blütenstand geschlossen werden, der wieder von kugelförmigen Köpfchen zusammengesetzt wird; die unteren sind weiblich, die oberen männlich. Die Blätter sind am Grunde scheidig, 2zeilig gestellt, linealisch, ganzrandig.

Die einzige Gattung *Sparganium* findet sich mit 6—8 Arten hauptsächlich in der gemässigten und kalten Zone der nördlichen Hemisphäre, von denen eine, *S. simplex*, bis nach Neuseeland geht. Diese durch unverzweigten und *S. ramosum* durch verzweigten Blütenstand gekennzeichnet sind die häufigsten Arten. Die Gattung hat man auch fossil in den tertiären Schichten erkennen wollen (*Sp. stygium* und *Sp. acheronticum*); die Reste sind aber wenig deutlich.

2. Reihe. Helobiae.

Blüten nackt oder mit einfacher oder doppelter, gleich- oder verschiedenfarbiger Hülle, ober- oder unterständig; Androeceum und Gynaeceum ein- bis vielgliedrig; Fruchtblätter frei oder verwachsen. Nährgewebe spärlich oder fehlend. — Wasser- oder Sumpfpflanzen.

4. Familie. Potamogetonaceae.

Blüten eingeschlechtlich oder zwittrig mit oder ohne Blütenhülle, regelmässig in 1—4gliedrigen Quirlen. Staubbeutel sitzend oder gestielt. Fruchtblätter 1—4, (zuweilen bis 8) frei oder fast frei, mit je einer hängenden, gerad- oder krummläufigen Samenanlage. Früchtchen meist steinfruchtartig, ohne Nährgewebe, mit hakig gekrümmtem, makropodem Keimling. Untergetauchte oder auf der Wasseroberfläche schwimmende, mit den Blütenständen häufig über das Wasser ragende Gewächse des süssen und salzigen Wassers, mit meist linealischen, selten oblongen, oft gestielten, am Grunde scheidigen, zuweilen ein Blatthäutchen tragenden Blättern, die in der Achsel zwei bis viele membranöse Achselschüppchen (squamulae intravaginales) besitzen. Blüten einzeln endständig oder in Aehren, welche die Achsen beschliessen:

A. Blütenstand ährenförmig.
 - a) Aehre dorsiventral von einer Spatha umschlossen; Pollen fadenförmig 1. Unterfamilie *Zostereae.*
 - b) Aehre radiär ohne Spatha.
 - α) Aehre einfach; Blüten normal 2-, oder 2+2gliedrig; Pollen kugel- oder bogenförmig 2. Unterfamilie *Potamogetoneae.*
 - β) Aehre zusammengesetzt; Blüten 3gliedrig; Pollen fadenförmig 3. Unterfamilie *Posidonieae.*

B. Blüten einzeln.
 - a) Blütenhülle fehlend; Pollen fadenförmig 4. Unterfamilie *Cymodoceeae.*
 - b) Blütenhülle wenigstens an den weiblichen Blüten vorhanden; Pollen kugelig 5. Unterfamilie *Zannichellieae.*

Zostera marina ist von den 5 Arten der Gattung, welche die Meere der beiden gemässigten Zonen bewohnt, in der nördlichen Hemisphäre am weitesten verbreitet, sie liefert das Seegras. *Potamogeton* ist mit 50 Arten im Süsswasser, selten im Brackwasser, in allen Erdteilen zum Teil mit identischen Arten verbreitet; z. B. *P. pectinatus* mit grossen Blattscheiden (Sekt. *Coleophylli*) und gleichartigen, schmal linealen Blättern; eine weite Verbreitung hat auch der ähnliche *P. pusillus*, ebenfalls mit schmalen Grasblättern, die aber keine Scheiden, sondern nur ein grosses Blatthäutchen besitzen (Sect. *Chloëphylli*). Eine Reihe von Arten hat breitere Blätter, die alle gleich sind, *P. lucens* (Fig. 102 *E—H*, Sekt. *Homoeophylli*). Nicht wenige Arten sind mit breiten, laubigen Schwimmblättern und schmalen Wasserblättern versehen, z. B. *P. natans* (Sekt. *Heterophylli*). Bei allen diesen Arten sind nur die obersten beiden Laubblätter paarig genähert, die übrigen 2zeilig abwechselnd; *P. densus* hat dagegen durchgehend paarig gruppierte Laubblätter (Sekt. *Enantiophylli*). *Ruppia maritima* (Fig. 102 *J*, *K*) in brackigen Gewässern und Salinen aller 5 Erdteile ist durch schmale, fast fadenförmige Blätter kenntlich, deren Blattscheiden in dem oberen, floralen Teile des Stengels aufgeblasen sind. *Zannichellia palustris* (Fig. 102 *D*) ist der vorigen in der Tracht sehr ähnlich und hat auch eine gleich weite Verbreitung, nur dass sie auch im süssen Wasser gefunden wird. *Posidonia oceanica* und *P. Koenigii* sind Meeresgräser. — Fossil sind Rhizome bekannt, die man in dieser Familie untergebracht hat, deren Zugehörigkeit zu den betreffenden Gattungen aber unsicher genug ist (*Zosterites*). Von *Potamogeton* sind viele Arten nach Blattresten aufgestellt worden, die ebenfalls nicht als durchaus gesichert gelten können, *P. geniculatus* aus dem Miocän von Oeningen und *P. caespitosus* aus den tertiären Gypsen von Aix sind indes besser begründet.

Morphologie. Die *Potamogetonaceae* entwickeln weit hinkriechende, oft tief im Boden versenkte, bisweilen knollige Grundachsen, deren Fortsetzungssprosse mit einem adossierten Vorblatte beginnen und meist aus dem zweiten, bodenwärts blickenden Blatte entspringen; die relativen Hauptachsen werden dann durch den Fortsetzungsprozess nach oben geworfen und entwickeln sich zu laub-, resp. blütentragenden Sprossen. Die ährigen, radiären Blütenstände von *Potamogeton* haben nicht selten echte, in der Zahl der Quirlglieder oftmals abweichende Gipfelblüten (*P. natans, P. decipiens*). Die Blütenhülle dieser Gattung wird gewöhnlich für eine Konnektivwucherung angesehen, indem man eine ähnliche Bildung bei *Ruppia* zum Vergleiche herbeizieht; da aber das knopfartige Körperchen (Konnektivfortsatz) regelmässig an der Spitze des Staubbeutels von *Potamogeton* auch vorkommt, so muss die Blütenhülle von *Potamogeton* als wirkliches Perigon angesehen werden. Ein ähnliches 3blättriges Perigon hat die weibliche Blüte von *Althenia filiformis*; auch an der männlichen Blüte dieser Gattung ist ein 3zipfliges Perigon vorhanden. *Zannichellia* besitzt in der weiblichen Blüte noch eine glockenförmige Hülle, doch ist die männliche völlig nackt. Bei *Cymodocea* dagegen sind beide Geschlechter ohne eine Hülle.

In den männlichen Blüten ist der einfachste Fall bei der monandrischen *Zannichellia palustris*, doch gesellt sich bei ihr zuweilen ein zweites Staubgefäss hinzu, beide sind dann am Rücken verwachsen. Eine ähnliche, aber seitliche Verbindung zweier Staubbeutel ist der Gattung *Cymodocea* eigen. Während *Althenia filiformis* eine monandrische Blüte besitzt, sind bei *Althenia cylindrocarpa* drei 2fächrige Antheren miteinander verwachsen. Der Pollen der in der Luft blühenden *Potamogetonaceae* ist kugelig und leicht beweglich, die Uebertragung auf die Narbe wird durch den Wind besorgt; bei jenen marinen Formen, die untergetaucht blühen, stellt

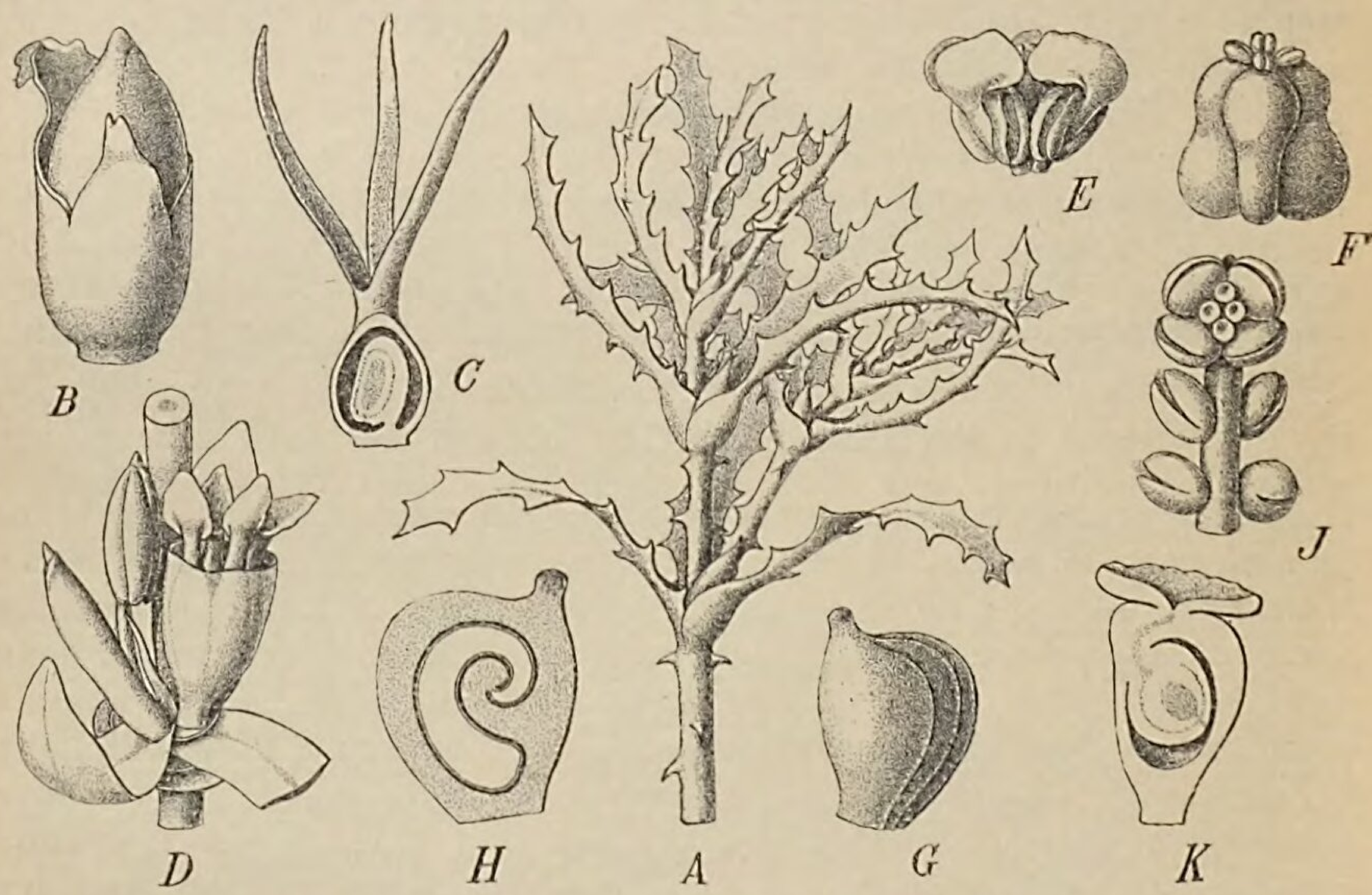


Fig. 102. *Najas marina*. *A* Zweig einer männlichen Pflanze; *B* männliche Blüte, im Aufblühen begriffen; *C* weibliche Blüte mit angeschnittenem Fruchtknoten. — *D* Knoten von *Zannichellia palustris* mit männlicher und weiblicher Blüte, unter der ersteren eine Knospe. — *Potamogeton lucens*. *E* Blüte; *F* Stempel; *G* Frucht; *H* dieselbe im Längsschnitte. — *Ruppia maritima*. *J* Blütenstand; *K* ein Fruchtknoten im Längsschnitte. (Original.)

er algenartige, cylindrische Zellfäden dar, die von den langen Narben aufgefischt werden. Einen Uebergang stellt gewissermassen der bogenförmig gekrümmte, wurstartige Pollen von *Ruppia* dar.

5. Familie. Najadaceae.

Blüten eingeschlechtlich, 1- oder 2häusig. Die männliche Blüte (Fig. 102*B*) besitzt einen einzigen 1- oder 4fächrigen, axilen Staubbeutel[1]), welcher von 1, meistens aber 2 perigonartigen, flaschenförmigen Hüllen umschlossen wird; die weibliche Blüte hat einen aus einem einzigen, flaschenförmigen Fruchtblatte gebildeten, nackten, niemals umhüllten Fruchtknoten, der eine einzelne aufrechte, gewendete

[1]) Die hier gegebene Darstellung weicht in mehreren Punkten von der in den Lehrbüchern mitgeteilten, unrichtigen Beschreibung der *Najasblüte* ab.

Samenanlage (Fig. 102 *C*) umschliesst und in 2—5 Narben ausläuft; 2 oder 3 derselben enden zuweilen in eine Stachelzelle. Der Same enthält einen geraden, makropoden Keimling; das Nährgewebe fehlt. Zarte, seltener robuste, 1jährige, wahrscheinlich aber auch ausdauernde Kräuter der süssen Gewässer mit gegenständigen Blättern, zu denen sich das untere Blatt eines Seitenstrahles gesellt und mit jenen einen scheinbaren Dreierquirl mit ungleichen Divergenzen bildet (Fig. 102 *A*); die aufeinander folgenden Paare schneiden sich unter spitzen Winkeln. Blüten einzeln, deckblattlos, am Grunde der Seitenstrahlen, dem ersten Blatte des letzteren gegenüberstehend.

Gegenwärtig sind etwa 15 Arten der einzigen Gattung *Najas* bekannt, von denen *N. major* (Fig. 102 *A—C*) über die ganze Erde verbreitet ist; die meisten gehören den wärmeren Erdstrichen an.

6. Familie. Aponogetonaceae.

Blüten zwittrig mit gefärbtem, 1—3gliedrigem Perigon und meist 6 Staubblättern und 2 Griffeln. Wasserkräuter mit knolliger Grundachse und grundständigen, gestielten, scheidigen, untergetauchten oder schwimmenden Blättern und dichtährigen, oft einmal gabelspaltigen, vielblütigen Blütenständen.

Die Gattung *Aponogeton* umfasst etwa 15 im tropischen Asien und Australien vorkommende Arten, von denen *A. fenestralis* (*Ouvirandra fenestralis*) mit gitterartig durchbrochener Blattspreite von Madagaskar am weitesten bekannt ist.

7. Familie. Juncaginaceae.

Blüten strahlig, zwittrig, meist aus 3gliedrigen Quirlen aufgebaut. Perigon, Androeceum und Gynaeceum dicyklisch; Staubbeutel nach aussen aufspringend; Fruchtblätter mit 1 (selten 2) aufrechten, gewendeten Samenanlagen; Narben sitzend mit langen Papillen. Die Früchte sind nüsschenartig und umschliessen einzelne Samen mit geradem, makropodem Keimlinge ohne Nährgewebe. — Sumpfgewächse mit spiral gestellten, scheidigen, grasähnlichen Blättern, die am Grunde einige Scheidenschüppchen (squamulae intravaginales) tragen. Die Blüten bilden auf blattlosen Schäften einfache, trauben- oder verlängert kolbenförmige Aehren.

Triglochin ist bemerkenswert durch die Verbindung der Staubblätter mit den vor ihnen stehenden Perigonblättern[1]); die beiden deutschen Arten, *T. palustris* und *T. maritima*, sind in der nördlichen Hemisphäre verbreitet; bei der ersteren sind die abwechselnden Fruchtblätter unfruchtbar und zusammengedrückt. *Scheuchzeria palustris* ist eine Pflanze der tiefen Sümpfe in der nördlich gemässigten und kalten Zone.

[1]) Diese Vereinigung wird nicht durch sekundäre „Verschiebung“ erzeugt, sondern ist bereits in der ersten Anlage der Blüten nachweisbar.

8. Familie. Lilaeaceae.

Blüten aus eingliedrigen Cyklen aufgebaut, tetramorph und polygam.

Die einzige hierher gehörige Pflanze, *Lilaea subulata*, ist in ganz Amerika zerstreut. Ihr rasenartiger Stock ist ein gedrängtes Sympodium von der Form einer Fächel; die Blätter sind grasartig; die relative Hauptachse wird durch einen Schaft abgeschlossen, der eine kolbenartige Aehre trägt. Die unteren, von einem Schutzblatte (Deckblatte?) bedeckten Blüten sind weiblich, die zahlreichen mittleren zwittrig, die oberen männlich. Ausser diesen 3 Blütenformen gibt es noch eine vierte: je 2 weibliche Blüten sitzen nämlich zu beiden Seiten des Schaftes unmittelbar an der Grundachse; im Gegensatze zu den übrigen sind ihre Griffel ausserordentlich, bis 10—20 cm, verlängert.

9. Familie. Alismaceae.

Blüten strahlig mit einem in Kelch und Krone geschiedenen, 2—3gliedrigen Perigon; fast stets zwittrig. Staubblätter das Doppelte oder Vielfache von 3, mit nach aussen aufspringenden Beuteln. Die 6—∞ Fruchtblätter sind gewöhnlich frei und umschliessen einzelne fast stets aufrechte, gewendete, apo- oder selten epitrope Samenanlagen; die Narben sind völlig oder fast sitzend. Die Früchte sind nüsschen- oder steinfruchtartig; die Samen enthalten einen gekrümmten, makropoden Keimling, das Nährgewebe fehlt. — Ausdauernde, selten einjährige Wasser- oder Sumpfgewächse mit knolliger, seltener kriechender Grundachse. Die im Wasser wachsenden, sehr veränderlichen, linien- bis pfeilförmigen oder oblongen, gestielten, am Grunde scheidigen Blätter sind mit einen wässerigen Inhalt einschliessenden Milchsaftgefässen versehen. Die Squamulae intravaginales sind auch hier vorhanden. Blüten in botrytischen, oft reich verzweigten Aggregaten, deren Strahlen endlich in Schraubeln ausgehen. — *Alisma Plantago* (Froschlöffel), die typische Art, ist über die ganze nördliche Erdhälfte weit verbreitet und dringt bis nach Neuholland vor. *Elisma natans*, durch epitrope Samenanlagen gekennzeichnet, ist ein zierliches, schwimmendes Wasserpflänzchen, das in Mitteleuropa und Syrien wächst. *Sagittaria sagittifolia* (Pfeilkraut) mit getrenntgeschlechtlichen Blüten hat spiralig disponierte Staubblätter; sie ist ausgezeichnet durch Stolonen, die an der Spitze zu kräftigen Knollen werden. Die Pflanze wird ihrethalben in China kultiviert; die dort bis zu Faustgrösse anschwellenden Knollen sind, nachdem ihnen der in der Familie verbreitete scharfe Stoff entzogen worden ist, ein gutes Nahrungsmittel.

Im Bau der Blüten und auch in der äusseren Tracht erinnern die *Alismaceae* nicht selten auffallend an die *Ranunculaceae*. Die Pollenübertragung wird von Insekten ausgeführt; als Attraktionsmittel

dienen die gefärbten Blüten und ausgeschiedenen Safttröpfchen; Selbstbefruchtung ist indes nicht ausgeschlossen.

10. Familie. Butomaceae.

Blüten strahlig, zwittrig mit einem gewöhnlich in Kelch und Krone deutlich geschiedenen 2—3gliedrigen Perigon. 9—∞ Staubblätter, von denen im letzteren Falle die äusseren unfruchtbar sind; die Staubbeutel springen nach innen auf. 6—∞ Fruchtblätter, welche eine grosse Zahl wandständiger, gewendeter Samenanlagen tragen. Früchte balgfruchtartig mit zahlreichen Samen, die einen geraden oder gekrümmten Keimling ohne Nährgewebe umschliessen. — Meist ausdauernde Sumpf- und Wassergewächse mit linealen oder einierenförmigen, gestielten, am Grunde mit Squamulae intravaginales versehenen Blättern. Blüten einzeln, achselständig oder zu botrytischen Aggregaten verbunden, deren Strahlen in Sicheln ausgehen. *Butomus umbellatus* ist eine die gemässigten Teile von Europa und Asien bis Indien bewohnende Sumpfpflanze, an deren violett-roter Blüte Kelch und Krone nicht geschieden sind. *Hydrocleis nymphaeoides* aus Südamerika wird häufig in Aquarien unter dem Namen *Limnocharis Humboldtii* kultiviert; sie hat grosse, gelbe Blüten mit ∞ Staubgefässen.

Der äussere Staubgefässkreis entsteht bei *Butomus* aus 3 Primordien durch Spaltung. Die *Butomaceae* haben unter den Dikotylen ebenfalls eine Parallelfamilie, nämlich die *Nymphaeaceae*. Die Pollenübertragung wird durch Insekten bewirkt, die durch die Farbe des Perigons und durch Saftausscheidung angezogen werden.

11. Familie. Triuridaceae.

Sie ist ausgezeichnet durch getrenntgeschlechtliche Blüten mit 3—6 Staubblättern und ∞ Fruchtblättern. — Chlorophylllose Humusbewohner des malayischen Gebietes (besonders von Neu-Guinea) und Brasiliens; die Gattung *Sciaphila* ist beiden gemeinsam.

12. Familie. Hydrocharitaceae.

Blüten getrenntgeschlechtlich, gewöhnlich 2häusig, strahlig, in 3zähligen Quirlen mit einer in Kelch und Krone gesonderten Blütenhülle. Die Staubgefässe sind oft in höheren Vielfachen von 3 ausgebildet; einzelne Kreise erscheinen zuweilen staminodial, der äussere ist manchmal dedoubliert; die nach aussen aufspringenden Beutel sind zuweilen nur 1fächrig. Fruchtknoten unterständig, aus 2—15 Fruchtblättern gebildet mit wandständigen Samenleisten. Samenanlagen aufrecht bis hängend, gerade bis gewendet. Frucht mehr oder weniger saftig, gewöhnlich unregelmässig zerfallend. Samen ohne Nährgewebe mit geradem (die Süsswassergattungen) oder gekrümmtem (Salzwassergattungen und *Stratiotes*), makropodem Keim-

linge. — Ausdauernde, seltener einjährige Gewächse mit spiralig oder 2zeilig, seltener quirlig gestellten Blättern des süssen und salzigen Wassers, die stets in den Blattachseln mit Squamulae intravaginales versehen sind. Blüten einzeln, achselständig oder in cymösen Verbänden von einer Scheide umschlossen.

A. Fruchtblätter 3 (2—5), Samenleisten wenig vorspringend.
 a) Krone fehlend; Pollenkörner mehrzellig, fadenförmig; Meeresbewohner 1. Unterfamilie *Halophiloideae.*
 b) Krone vorhanden; Pollen kugelig; Süsswassergewächse 2. Unterfamilie *Vallisnerioideae.*

B. Fruchtblätter mehr als 6; Samenleisten weit in das Innere des Fruchtknotens vorspringend.
 a) Laubblätter 2zeilig; Meeresbewohner 3. Unterfamilie *Thalassioideae.*
 b) Laubblätter spiralig, in Rosetten; Süsswassergewächse 4. Unterfamilie *Stratiotoideae.*

Halophila ist die artenreichste Gattung der „Meergräser“, *H. ovalis* ist im Indischen Ozean und in der Südsee weit verbreitet. *Elodea canadensis,* die berüchtigte *Wasserpest,* ist ursprünglich in Nordamerika heimisch; sie wurde zuerst 1836 in Irland eingeschleppt und hat sich später von verschiedenen Zentren aus auf dem Festlande so ausserordentlich verbreitet, dass sie der Schifffahrt und der Fischerei sehr lästig wurde. In der neueren Zeit hat sie sich weniger fühlbar gemacht; sie wird zur Gründüngung benützt; bei uns findet sich nur die weibliche Pflanze. *Vallisneria spiralis* ist in den wärmeren Gegenden der gemässigten und in der tropischen Zone der beiden Hemisphären weit verbreitet. Die männlichen Blüten lösen sich ab und schwimmen auf der Oberfläche des Wassers umher; die weibliche Blüte flottiert an einem langen Stiele ebenfalls auf der Oberfläche; nach der Befruchtung rollt sich derselbe spiral zusammen, und die Frucht reift auf dem Grunde des Gewässers (Fig. 103). *Hydrocharis morsus ranae* (Froschbiss) in Europa und Vorderasien weit verbreitet, ist eine von den wenigen schwimmenden Arten der Familie, ebenso *Stratiotes aloides* (Wasserschere oder Sichelkohl); die letztere ist in Nord- und Südeuropa verbreitet, kommt aber auf weite Strecken nur in einem Geschlechte vor.

Morphologie. Die Blütenstände von *Hydrocharis* sind Blütenscharen von wickeligem Aussehen, bei *Stratiotes* scheinen aber echte Fächeln vorzukommen. Die Pollenübertragung geschieht in den subaerisch blühenden, durch auffallende Farben der Blüten gekennzeichneten Geschlechtern durch Insekten, bei den untergetaucht blühenden durch das Wasser.

3. Reihe. Glumiflorae.

Blüten nackt, sehr selten mit blattartiger Hülle; von Hochblättern (Spelzen) umhüllt; Gynaeceum mit einzelner gewendeter Samenanlage.

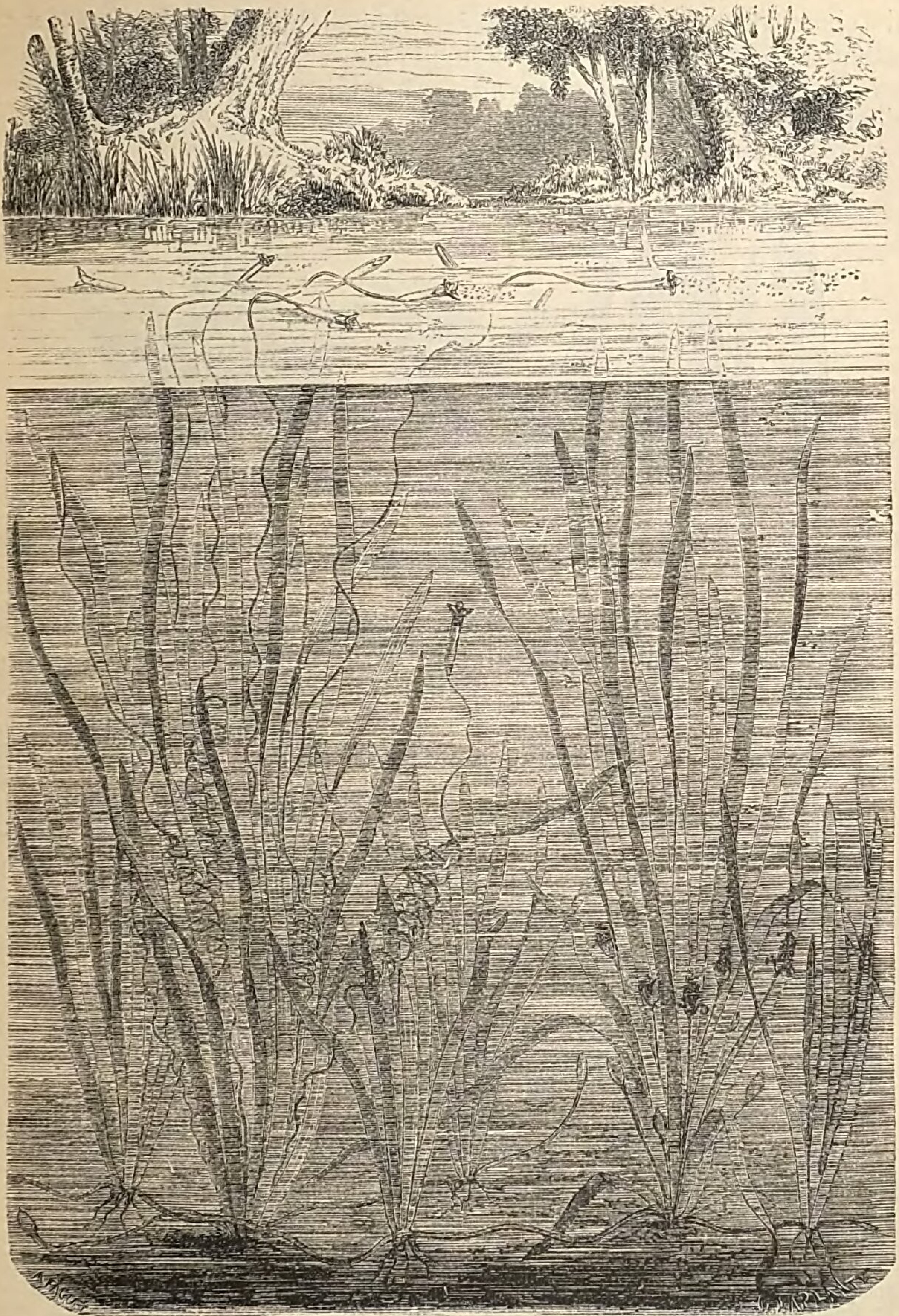


Fig. 103. *Vallisneria spiralis.* Befruchtung: Die an einem langen, unten spiral aufgerollten Stiele befindlichen, weiblichen Blüten schwimmen auf dem Wasser und werden durch die sich vom Grunde ablösenden und lose flutenden, männlichen Blüten befruchtet. (Nach BAILLON.)

13. Familie. Gramineae.

Blüten zwittrig, selten getrenntgeschlechtlich, ohne deutliches Perigon. Staubblätter meist 3, selten durch Abort 2 oder 1, — oder in 2 bis 10 abwechselnden, 3gliedrigen Wirteln. Fruchtknoten 1fächrig

mit einer hängenden, fast geraden Samenanlage und gewöhnlich 2 (selten 1 oder 3) Griffeln. Frucht meist karyopsenartig (fleischig und beerenartig bei *Melocanna*), einsamig; der Same enthält ein reichliches Nährgewebe, dem auf der Vorderseite der Keimling an-

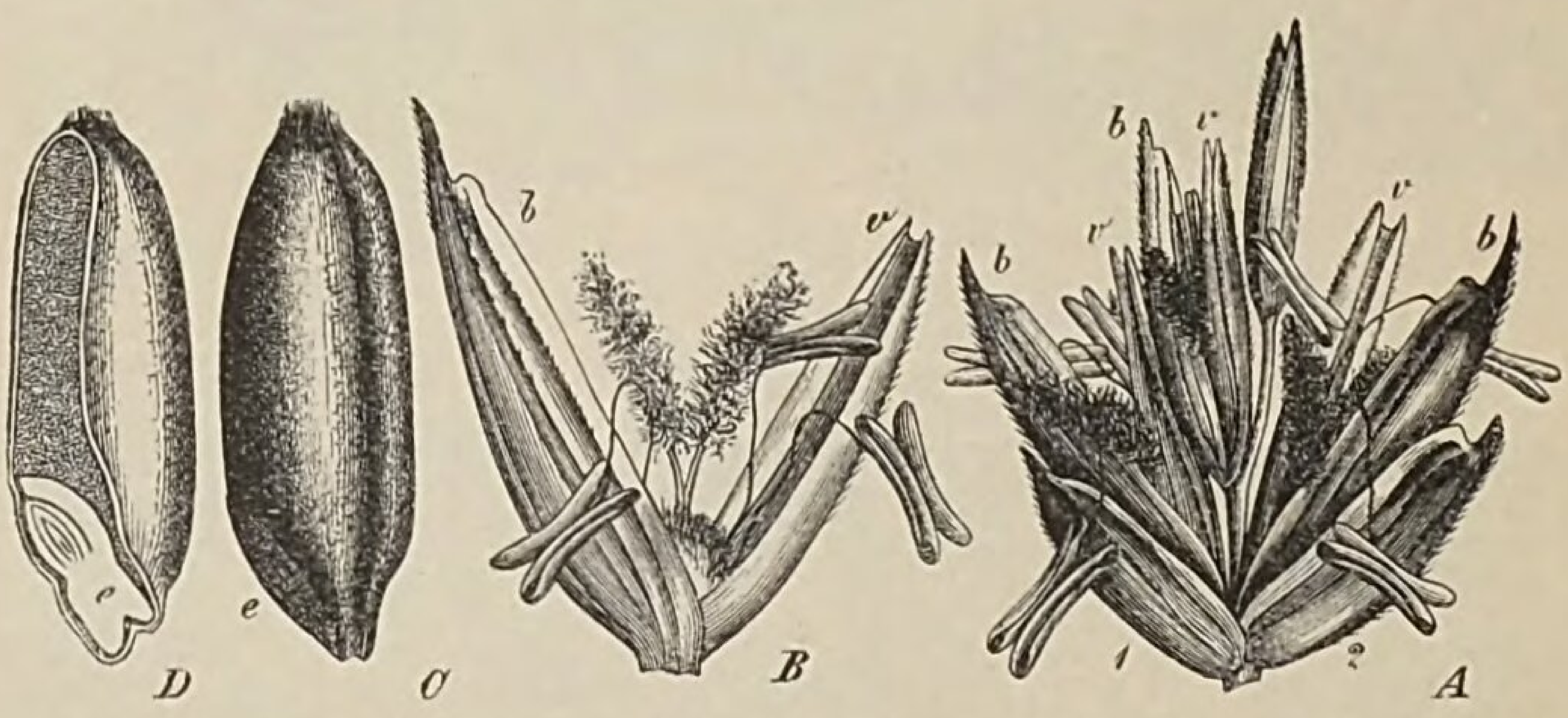


Fig. 104. *Triticum vulgare* (Weizen). *A* Aehrchen, *1* u. *2* Hüllspelzen, *b* Deck-, *v* Vorspelzen; *B* einzelne Blüte; *C* u. *D* Frucht; *e* Keimling.

liegt (Fig. 104). — Kräuter, selten Sträucher oder Bäume mit knotig gegliederten Stengeln (Halmen), die meist hohl sind, und 2zeiligen, am Grunde offen bescheideten Blättern; an dem Grunde der Spreite steht innenseits ein Blatthäutchen (L i g u l a). Blütenstände ährig oder rispig, zuweilen in dorsiventrale Spezialblütenstände auslaufend. Die Blüten in mehr- bis 1blütigen Aehrchen, in der Achsel von Deckblättern (Deckspelze, g l u m a *b*); ihnen geht ein adossiertes zweikieliges, nicht selten ausgerandetes oder zweispaltiges Vorblatt (Vorspelze, p a l e a *v*) voraus. Am Grunde des Fruchtknotens befinden sich meist 2 (selten 3) dickliche, kleine Blattorgane (L o d i c u l a e). Die Aehrchen werden am Grunde von Hüllspelzen (*1*, *2*) umgeben.



Fig. 105. Ein mehrblütiges Aehrchen im schematischen Aufrisse mit 3 vollständigen Blüten (*I—III*), einer ganz unvollständigen, bei der nur die Vorspelze entwickelt ist (*IV*) und einer völlig leeren Deckspelze (*V*); *ax* Achsenende: *1* u. *2* Hüllspelzen; *b* Deck-, *v* Vorspelze; *c* Lodiculae. (Nach LUERSSEN.)

Mit über 300 Gattungen und mindestens 3500 Arten über die ganze Erde verbreitet, in den Tropen jedoch am stärksten entwickelt.

A. Aehrchen gewöhnlich 1blütig, wenn 2blütig, dann die untere unvollkommen, beide nicht durch ein Internodium getrennt und gemeinschaftlich zur Fruchtzeit abfallend; die Achse niemals über die Oberblüte hinaus verlängert.

a) Nabel am Samen punktförmig; Aehrchen stielrund oder öfter vom Rücken her zusammengedrückt.

α) Deck- und Vorspelzen zarthäutig, die unfruchtbaren Deckspelzen (Hüllspelzen) derb, lederig oder knorpelig, die erste die grösste; Aehrchen in Trauben oder Aehren, bei der Reife zerfallend.

I. Männliche und weibliche Aehrchen gesondert in verschiedenen Blütenständen oder in verschiedenen Teilen desselben Blütenstandes
1. Tribus *Maydeae.*

II. Männliche und weibliche Aehrchen nebeneinander.
2. Tribus *Andropogoneae.*

β) Deck- und Vorspelzen häutig; Hüllspelzen krautig, die erste die grösste; Aehrchen von den bleibenden Achsen sich lösend 3. Tribus *Zoysieae.*

γ) Deck- und Vorspelzen häutig; Hüllspelzen krautig; die erste die kleinere; Aehrchen von den bleibenden Achsen sich lösend 4. Tribus *Tristegineae.*

δ) Deck- und Vorspelzen knorplig, leder- oder papierartig; Hüllspelzen zart, die erste die kleinere; Aehrchen von den bleibenden Achsen sich lösend
5. Tribus *Paniceae.*

b) Nabel linienförmig; Aehrchen von der Seite zusammengedrückt 6. Tribus *Oryzeae.*

B. Aehrchen 1—∞blütig, wenn 1blütig oft mit einer Achsenverlängerung über die Blüten hinaus; die Spindel über den Hüllspelzen gegliedert; wenn mehrblütig, dann sind die Blüten durch Internodien voneinander getrennt.

a) Halm krautig; Blattspreite sitzend, ungegliedert in die Scheide übergehend.

α) Aehrchen gestielt, zu Rispen oder Trauben vereinigt.

I. Aehrchen 1blütig.

*) Aehrchen mit 2 Paar Hüllspelzen.
7. Tribus *Phalarideae.*

**) Aehrchen mit 1 Paar Hüllspelzen
8. Tribus *Agrostideae.*

II. Aehrchen ein- bis vielblütig.

*) Deckspelzen meist kürzer als die Hüllspelzen, auf dem Rücken mit geknieter Granne
9. Tribus *Aveneae.*

**) Deckspelzen meist länger als die Hüllspelzen, unbegrannt oder aus der Spitze eine gerade Granne 10. Tribus *Festuceae.*

β) Aehrengräser.

I. Aehrchen in dorsiventralen 2zeiligen Aehren.
11. Tribus *Chlorideae.*

II. Aehrchen in gegenständig 2zeiligen Aehren.
12. Tribus *Hordeeae.*

b) Halm am Grunde holzig, mehrjährig; Blattspreite gegen die Scheide gegliedert. 13. Tribus *Bambuseae.*

Zu den *Maydeae* gehört der *Mais* (*Zea Mays*), das einzige Getreide, das ursprünglich in Amerika heimisch war; es wird jetzt in den wärmeren gemässigten und heissen Gegenden überall kultiviert; in wildem Zustande ist er nicht bekannt; er stellt gewiss eine in

hohem Grade abnorme, durch die Kultur befestigte Form der ursprünglichen Art dar, welcher der Balgmais mit grossen, verhüllenden Hüllspelzen näher steht. Wichtiges Nahrungsmittel für wärmere Gegenden; der Genuss des Maisbreies (Polenta) erzeugt unter Umständen Hautkrankheiten (Pellagra). *Euchlaena mexicana* (*Teosinté*) ist das wichtigste Futtergras der Tropen. Von *Coix Lacrima Jovis* werden die steinharten, weissen, eiförmigen Scheiden der Deckblätter des weiblichen Blütenstandes zu Ketten und Rosenkränzen benützt. Unter den *Andropogoneae* verdienen folgende Gräser eine Erwähnung: *Imperata arundinacea* bildet den Hauptbestandteil der berüchtigten Alang-Alang-Formation der östlichen Tropenwelt, welche von dem Terrain Besitz nimmt, wenn die Wälder abgeschlagen werden. *Saccharum officinarum,* das *Zuckerrohr,* wie der Mais mit dichtem Stengel, der reichlich Zuckersaft enthält, wird 4 m hoch und am Grunde bis 5 cm dick; seine Heimat ist unbekannt, es wird jetzt in den gesamten Tropen für den Export sehr viel in Ost- und Westindien, auf Mauritius und Honolulu gebaut; man wählt besonders gern eine Varietät, die nicht blüht, sondern sich vegetativ reichlich vermehrt. Die Früchte sind überhaupt erst seit kurzem bekannt; die sehr zahlreiche Arten umfassende Gattung *Andropogon* ist wichtig wegen *A. Sorghum*, der *Sorgho-* oder *Mohrenhirse,* dem hauptsächlichen, in vielen Varietäten gebauten Getreide Afrikas; es ist wahrscheinlich eine Kulturform von *A. halepensis*; *A. Nardus* liefert das *Citronella*-Oel, während die Verwandte *A. Schoenanthus* das *Lemon*-Oel gibt, beide zu billigen Parfümerien jetzt viel gebraucht. Zu den *Tristegineae* zählt *Melinis minutiflora,* durch seine Verbreitung über Brasilien, Ascension, Natal und Madagaskar bemerkenswert; es ist ein gutes Futtergras. Zu den *Paniceae* gehört die in den Tropen, besonders Südamerikas entwickelte Gattung *Paspalum* mit dorsiventralen, zweizeiligen Aehren; eine gute tropische Futterpflanze ist z. B. *P. stoloniferum; Panicum* ist nicht bloss die grösste Gattung der Gräser, sondern eine der umfangreichsten im ganzen Pflanzenreiche; *P. miliaceum*, unbekannten Vaterlandes, ist die *Hirse; P. maximum,* das *Guineagras,* wird zu Futterzwecken in den Tropen kultiviert; *P. sanguinale* und Verwandte sind häufige Unkräuter unserer Gegenden; ihre Aehrchen sind zu dorsiventralen Aehren zusammengestellt, die wieder fingerförmig verbunden sind (Sektion *Digitaria*). *P. crus galli* mit lang begrannten Spelzen ist ein häufiges Unkraut der Kartoffeläcker. Die Gattung *Setaria* ist ausgezeichnet durch zahlreiche, die Unterblüte überragende Hüllborsten. *S. italica* ist die besonders in Ost- und Südasien häufig kultivierte *Kolbenhirse;* von *Pennisetum typhoideum* dagegen stammt die *Negerhirse.* Von den *Oryzeae,* die meist 6 Staubblätter besitzen, ist *Oryza sativa,* der *Reis,* bemerkenswert; wahrscheinlich im Innern Afrikas wild, wird er gegenwärtig in allen Sumpfgegenden der Tropenwelt und über die Wendekreise hinaus bis in die Lombardei und in Japan kultiviert; er ist sehr nahrhaft und bildet das Getreide für die grössere Hälfte der Menschen. Zu den *Phalarideae* zählt *Anthoxanthum odoratum,* das *Ruchgras,* welches vermöge des reichen Cumaringehaltes dem Heu seinen eigen-

artigen Geruch verleiht; es ist ein schlechtes Futtergras, das von den Tieren wegen des Duftes gemieden wird. — Von den *Agrostideae* ist *Stipa pennata* das für die Puszten und Steppen charakteristische, lang und federig begrannte *Federgras*. *St. tenacissima* ist das gegenwärtig besonders als Papiermaterial geschätzte *Esparto*- oder *Halfagras*. Manche Arten der Gattung wirken nach dem Genusse auf Tiere giftig (*St. inebrians* aus der Mongolei). *Phleum* und *Alopecurus* haben cylindrische, ährenförmig zusammengezogene Rispen; die erstere Gattung mit kurz begrannten, die letztere mit unbewehrten Hüllspelzen. *Ph. pratense* (*Timothegras*) und *A. pratensis* (*Wiesenfuchsschwanz*) sind vorzügliche Futtergräser. *Agrostis alba*, das *Fioringras*, ist für feuchte Böden empfehlenswert. Die *Calamagrostis*-arten, z. B. *C. Epigeios* sind rohrartige, grobe Gräser. *Apera spica venti* ist der als Unkraut der Getreidefelder berüchtigte *Windhalm*.— Von den *Aveneae* ist die wichtigste Gattung *Avena* mit *A. sativa*, dem *Hafer*, welcher wahrscheinlich in Mitteleuropa ursprünglich heimisch ist und von *A. fatua* oder einer verwandten Art mit zerfallenden Aehrchen abstammt. *Dechampsia flexuosa* ist die besonders auf Holzschlägen häufige *Schmiele*, ein wertloses Gras; sie findet sich mit *Anthoxanthum*, *Koeleria cristata* noch in den Hochgebirgen des tropischen Afrika. *Arrhenatherum elatius* wird unter dem Namen *französisches Raygras* kultiviert. — Die *Chlorideae* sind fast alle tropisch, nur *Dactylus officinalis* (Cynodon dactylon) ist kosmopolitisch, es wird in heisseren Gegenden als Weidegras hoch geschätzt; *Eleusine Coracana*, wahrscheinlich eine Kulturform der in den Tropen weit verbreiteten *E. indica*, bildet eines der Hauptgetreide des tropischen Asiens und Afrikas. Zu den *Festuceae* gehört *Gynerium argenteum*, das riesige *Pampasgras*, dessen Blütenstände, wie die von *G. saccharoideum* (der *Uva*) gegenwärtig zu Trockenbouquets sehr beliebt sind. *Phragmites communis*, das gemeine *Schilf*, ist eine an feuchten Orten über die ganze Welt in oft ungeheuren Massen gesellig wachsende Pflanze, deren Verwendung zum Rohren der Decken nicht ohne hohen ökonomischen Wert ist. *Briza media*, das *Zittergras*, und *Cynosurus cristatus*, das *Kammgras*, gehören zu den geschätzten Wiesengräsern; auch *Dactylis glomerata* ist ein sehr ergiebiges Kulturgras; zu den wichtigsten aber gehören für uns die Arten der Gattung *Poa*, von denen besonders *P. pratensis* und *P. trivialis* zu nennen sind. Auf den Falklands- und Feuerlandsinseln gedeiht *P. flabellata* (*Dactylis caespitosa*), das *Tussockgras*, welches bis 2 m hohe, undurchdringliche Rasen bildet. *Glyceria fluitans* gibt die wohlschmeckende *Schwaden*- oder *Mannahirse*. *Festuca ovina*, der *Schafschwingel*, wächst meist an unfruchtbaren Orten und ist daher als Schaffutter wertvoll. *Bromus arvensis* und *Br. secalinus* sind die für den Roggen zuweilen äusserst nachteiligen *Trespen*, weil ihre Früchte vermahlen das Mehl schwärzen und feucht machen. *Br. erectus* und *Br. inermis* geben auf sonst sterilen Böden noch gute Futtererträge. — Die *Hordeeae* umfassen die für unsere Gegenden wichtigsten Getreidepflanzen: *Secale cereale*, der *Roggen* (*Korn* der Deutschen), wächst von Südeuropa bis Centralasien wild (*S. montanum*); durch die Kultur ist die brüchige Spindel

zäh und die ausdauernde Pflanze 1- (*Sommer-*) oder 2jährig, (*Winterroggen*) geworden; er ist das Hauptgetreide der germanischen und slawischen Völker, dessen dunkles Mehl das Schwarzbrot liefert. Der *Weizen* (*Korn* der Engländer) dagegen, *Triticum sativum*, mit begrannten und unbegrannten, 1- und 2jährigen Formen in zahllosen Varietäten ist bis in die ältesten Zeiten (ägyptische Gräber und Pfahlbauten) als Kulturpflanze zu verfolgen; wild ist er nicht bekannt. Er liefert ein weisses Mehl und ist die wichtigste Getreideart für die romanischen Völker, für England und Amerika; er ist wegen seines reicheren Klebergehaltes nahrhafter als Roggenmehl; das Stroh einer dünnhalmigen Varietät liefert das Material zu den Florentiner Hüten. *Agropyrum repens* (*Quecke*) gibt das offizinelle *Rhizoma graminis*. *Hordeum sativum*, die *Gerste*, stammt von *H. spontaneum*, das in der Cyrenaika, sowie von Kleinasien bis Beludschistan verbreitet ist. Sie bildet das Hauptgetreide der nordischen und hochalpinwohnenden Völker (Himalaya); in Deutschland ist sie von besonderer Wichtigkeit als Material zum Bierbrauen, in wärmeren Klimaten dient sie hauptsächlich als Pferdefutter. *Elymus arenarius* ist die wichtigste Pflanze zur Befestigung des Dünensandes. — Die *Bambuseae* gehören wegen der vielseitigen Verwendbarkeit ihrer Organe zu den nützlichsten Gewächsen; besonders gilt dies von der *Bambusa arundinacea*, deren Halme zu Pfosten, Stäben, Instrumenten, ausgebreitet zu Brettern, einzelne Internodien zu Töpfen, Wasserbehältern u. s. w. benutzt werden. Die Blätter geben unter anderem gutes Papiermaterial; die nur in gewissen Jahren, dann aber in ungemein grossen Quantitäten erzeugten Früchte sind essbar; in den Internodien und zwar an den Zwischenwänden derselben, wird oft eine Kieselsäurekonkretion, der *Tabaschir*, gefunden. *Arundinaria spathiflora* vom Himalaya liefert die sogenannten Pfefferröhre, ebenso die schwarzstenglige *Phyllostachys bambusoides* aus Japan. *Melocalamus compactiflorus* hat apfelgrosse, *Melocanna bambusoides* noch etwas grössere (bis 12 cm im Durchmesser haltende), fleischige Früchte, die gegessen werden.

Was von Gräsern fossil bekannt geworden ist, bleibt mit Ausnahme einiger zu *Phragmites* oder verwandten Gattungen gehöriger Rhizome und breiterer Blätter sehr fraglich.

Morphologie: Alle Gräser haben Blätter mit symmetrischen Blattbasen; jene sind deshalb 2zeilig gestellt. Die Blüten haben am häufigsten 3 Staubgefässe, welche nach $\frac{2}{1}$ gestellt sind. Bei *Oryza* mit 6 Staubgefässen tritt zu diesen ein mit ihnen abwechselnder innerer Kreis. Bei *Luziola* kommt ein dritter, wieder alternierender hinzu, *Pariana* hat wahrscheinlich noch weitere 3zählige Wirtel im Androeceum. Echte Terminalblüten weisen *Anthoxanthum* und *Hierochloë* auf; bei ihnen wird die Distichie der voraufgehenden Blätter bis zu den Staubgefässen fortgesetzt, die also in der Zweizahl vorhanden sind. Pseudoterminale Blüten mit allmählich zurückgehendem Achsenende bis zum vollen Verschwinden desselben findet man von *Deyeuxia*, *Paspalum*, *Phleum* (sect. *Chilochloa*) bis *Alopecurus*; sie sind durch 3 Staubblätter gekennzeichnet. Die Vorspelze ist einem adossierten Vorblatte homolog; oft, wenn ein dorsaler Hemmungskörper

vorhanden ist (entweder ein Achsenende oder wie bei *Panicum, Zea* u. s. w. das Primordium der unteren Blüte), entsteht sie in 2 Primordien, die später am Grunde verschmelzen und die Ausrandung oder Zweispitzigkeit des oberen Endes bedingen. Die Lodiculae, welche als Schwellkörper das Auseinandertreten der Spelzen in der Zeit der Vollblüte bewirken, hält man meist für reduzierte Blumenblätter; gewöhnlich sind nur die 2 vorderen, selten ist dazu die dritte, rückwärtsgelegene entwickelt. Die Narbenstrahlen (die Indikatoren für die Zahl der Fruchtblätter) fallen in die Lücken zwischen die Staubgefässe; gewöhnlich sind nur 2 vorhanden; treten deren 3 auf, so liegen sie also bei triandrischen Blüten *(Demazeria)* nach der Relation $\frac{1}{2}$, bei hexandrischen aber (*Oryza*) nach $\frac{2}{1}$; manche Autoren nehmen nur ein Fruchtblatt an, das oben meist 2spaltig, selten 1- (*Nardus*) oder 3spaltig ist. Getrenntgeschlechtliche Blüten entstehen durch Abort von der Anlage nach vorhandenen Gliedern, wie z. B. in der weiblichen Blüte von *Zea Mays*. Jede der letzteren ist noch von einer rudimentären männlichen Blüte begleitet.

Die Spelzen in den Blüten halten die 2zeilige Folge ein, mit Ausnahme von *Streptochaeta spicata,* bei der sie spiral angeordnet sind.

Als Cotyledo wird bei den Gräsern das Scutellum angesehen, das die physiologische Bedeutung eines Saugorganes hat. Da nun das erste Laubblatt (die Keimscheide) ihm superponiert steht, so hat man in einem manchmal vorhandenen (*Stipa*), schuppenförmigen Anhängsel (Epiblast), welches dem Scutellum gegenüberliegt, das Rudiment eines zweiten Cotyledo gesehen, durch den die distiche Blattstellung gewahrt bleibt.

Bezüglich der Bestäubung der Gramineen, so sind dieselben zumeist anemophil; aus den durch die schwellenden Lodiculae von einander entfernten Spelzen treten die Staubblätter und die mit langen Fanghaaren versehenen, feder- oder sprengwedelartigen Narben hervor. Die Vollblüte währt, wie bei unseren Getreidearten, oft nur wenige Stunden und findet meist sehr früh am Morgen statt; manche Gräser, zu denen auch die Gerste gehört, sind kleistogam; sie befruchten sich also durch eigenen Pollen.

14. Familie. Cyperaceae.

Blüten zwittrig oder getrennt geschlechtlich mit gewöhnlich fehlender Blütenhülle. Staubblätter gewöhnlich 3—2, selten 1 oder mehr als 3. Fruchtknoten 1fächrig mit 3—2 Griffeln und einer grundständigen, aufrechten, gewendeten Samenanlage. Frucht nussartig, 1samig. Der Keimling liegt exzentrisch, wird aber von dem reichlichen, mehligen Nährgewebe ganz eingeschlossen. — Einjährige, häufiger ausdauernde Kräuter von grasartigem Aussehen und rasenartigem Wuchse oder durch kriechende, sympodiale Grundachsen ausdauernd. Blätter mit meist geschlossenen Scheiden, spiral an der Grundachse oder an dem Ende des nicht knotig gegliederten Blütenstandschaftes in gewundenen Dreierzeilen angeordnet. Blüten 2zeilig

oder spiralig zu Aehrchen geordnet, die wieder zu ährigen, kopfigen oder rispigen Aggregaten verbunden sind; ein adossiertes Vorblatt ist in den Blüten zuweilen entwickelt; an Stelle des Perigons sind nicht selten Schuppen oder Haargebilde vorhanden.

A. Blüten zwittrig oder neben einer oberen zwittrigen, noch männliche I. *Scirpoideae.*
- a) Jede Blüte ohne adossiertes Vorblatt.
 - α) Aehrchen gewöhnlich vielblütig mit 1, selten 2 sterilen Hüllspelzen.
 - I. Blüten 2zeilig 1. Tribus *Cypereae.*
 - II. Blüten spiralig 2. Tribus *Scirpeae.*
 - β) Aehrchen 1—2blütig mit 2 sterilen Hüllspelzen 3. Tribus *Rhynchosporeae.*
- b) Blüten mit 1 adossierten Vorblatte 4. Tribus *Lipocarpheae.*
- c) Blüten mit 2 transversalen, hinten gewöhnlich verwachsenen Vorblättern 5. Tribus *Hypolytreae.*

B. Blüten sämtlich getrennt geschlechtlich II. *Caricoideae.*
- a) Weibliche Blüten ohne schlauchförmiges Vorblatt.
 - α) Weibliche Blüten endständig, darunter männliche Einzelblüten mit einzelnen (selten gepaarten) Staubgefässen 6. Tribus *Chrysitricheae.*
 - β) Weibliche Blüten endständig, darunter kleine männliche Blütenständchen 7. Tribus *Hoppeeae.*
 - γ) Weibliche Blüten unter den männlichen 8. Tribus *Sclerieae.*
- b) Weibliche Blüte von einem schlauchförmigen, adossierten Vorblatte umfasst (Fig. 106 *C, D*) 9. Tribus *Cariceae.*

Während wir bei den Gramineen oder Süssgräsern wiederholt den grossen Nutzen hervorhoben, den sie als Futtergewächse leisten, sind die Cyperaceen oder sauren Gräser in dieser Hinsicht wertlos. Die Gattung *Cyperus* ist mit mehreren hundert Arten besonders in den Tropen entwickelt, wo sie in und an Gewässern oft grosse Strecken bedecken; die interessanteste Art ist *C. Papyrus* mit einem grossen Schopfe spiral in 3 gewundenen Zeilen gestellter Zweige, die sich nochmals gewöhnlich in 3 Strahlen auflösen; erst an diesen sind die Spezialinflorescenzen befestigt. Der *Papyrus* bildet ungeheure Dickichte im ganzen tropischen Afrika, findet sich auch noch in Syrien und wahrscheinlich von früheren Kulturen herstammend, in Sicilien am Anapus. Die Stengel lieferten gespalten, in Lamellen übereinander gelegt und geklebt, den Aegyptern das Papier. Die Knollen von *C. esculentus* werden gegessen. *Eriophorum polystachyum* und andere Arten bilden die *Wollgräser* der Sümpfe, deren weisse, flockige Fruchtwolle von den verlängerten Haaren der Blütenhülle erzeugt wird. *Scirpus* hat die gleiche Verbreitung wie *Cyperus*, geht aber bis in das arktische Gebiet. *S. lacustris*, fast über die ganze Erde am Rande der Gewässer verbreitet, liefert Flechtmaterial. *S. setaceus*, eine sehr zierliche, feinhalmige Art, wird viel kultiviert. *Rhyncho-*

spora ist ebenfalls eine sehr grosse, besonders in den Tropen entwickelte Gattung, von der bei uns nur *R. fusca* und *R. alba* auf Torfmooren vorkommen. Die folgenden Tribus enthalten nur ausländische Gattungen, bis auf die *Cariceae*, welche die grösste über 1000 Arten umfassende Gattung *Carex* in sich schliessen. Sie ist über die ganze Erde verbreitet, wobei sie allerdings die zahlreichsten Vertreter in den gemässigten Zonen aufweist; die arktischen Gegenden sind reich an besonderen Arten mit beschränkterem Verbreitungsgebiete. Die Hauptgruppen derselben sind: I. Die Monostachyae mit endständigen Einzelähren. Bei *C. dioica* haben die Aehren nur 1 Geschlecht, sie sind androgyn bei *C. pulicaris*. — II. Homostachyae. Aehren zu mehreren, alle androgyn; hieher gehört *C. cyperoides* mit kopfigem, *C. brizoides* mit lockerem, wieder ährenförmigem Gesamtblütenstande; *C. arenaria* (Fig. 106) mit ausserordentlich weit kriechender Grundachse, ist als Befestigerin des fliegenden Sandes von Bedeutung und war früher offizinell (*Rhizoma Caricis*). III. Heterostachyae mit eingeschlechtigen Aehren an derselben Pflanze. *C. stricta* bildet in Sümpfen und Mooren grosse hervorstehende Polster (Bülten), mit Hilfe deren jene zuweilen allein passierbar werden. *C. pseudocyperus* ist eine der nicht zahlreichen kosmopolitischen Arten.

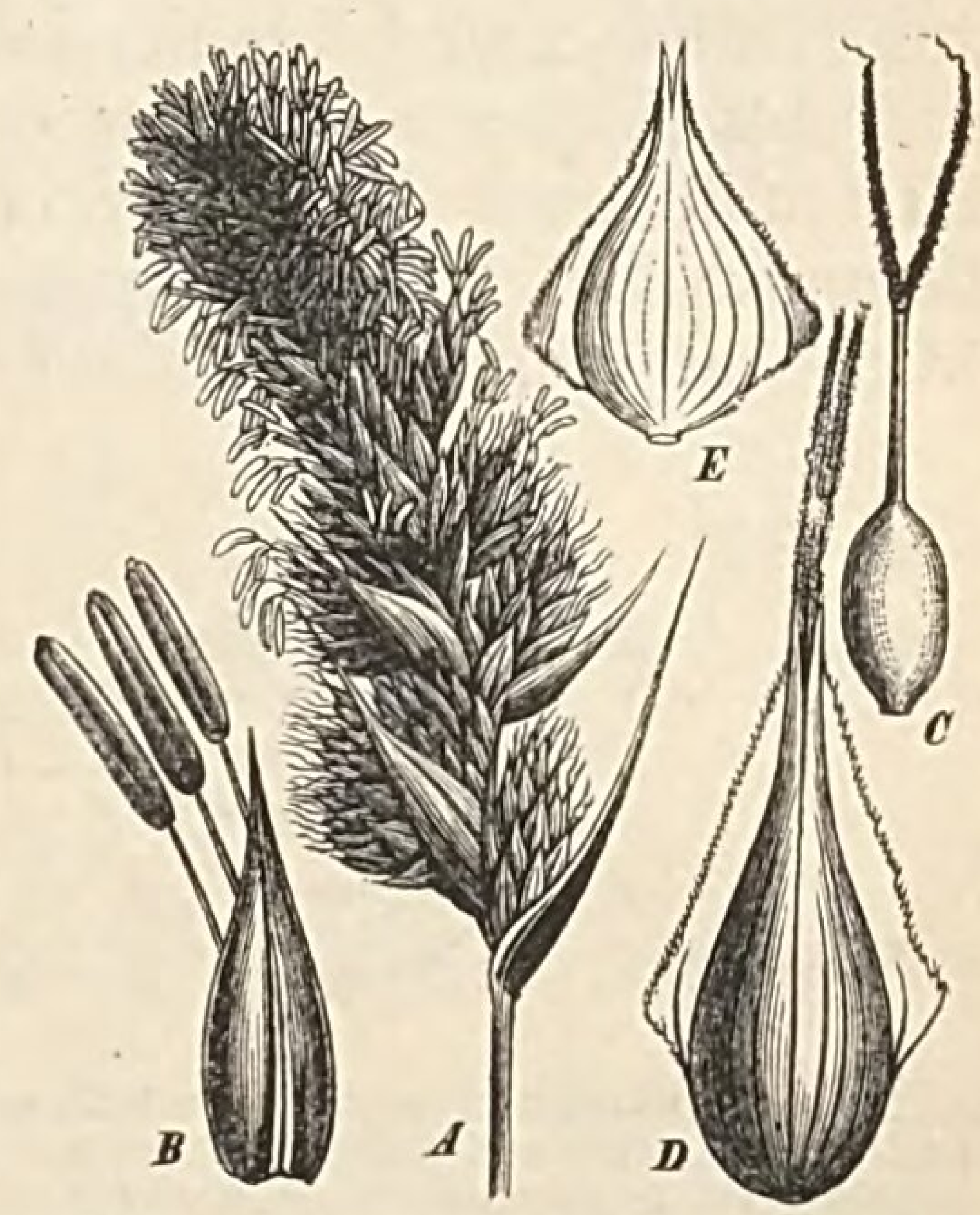


Fig. 106. *Carex arenaria*. *A* Blütenstand in der Vollblüte; *B* männliche Blüte; *C* Stempel; *D* weibliche Blüte; *E* Frucht vom Schlauche umhüllt.

Fossile Reste der Cyperaceae sind nur in geringem Umfange bekannt; Blätter und Rhizome sind sehr unsicher bestimmt. Die Gattung *Rhizocaulon* mit *R. Brongniartii* ist ein verkieseltes Aggregat von Stengeln, Wurzeln und Blättern; sie steht der Anatomie nach *Cladium* nahe.

Morphologie. Die *Cyperaceen* entwickeln entweder rasenförmige Achsenverbände oder erzeugen Ausläufer, welche scheinbar monopodial sind, in Wirklichkeit aber sympodiale Verkettungen von Achsen zunehmenden Grades darstellen. Sie beginnen mit einem adossierten Vorblatte, das zenithwärts gewendet ist und schicken den Fortsetzungsspross aus einem bodensichtigen Blatte, das entweder das zweite, vierte oder sechste des ganzen Systemes mit disticher Blattfolge sein kann. Bei *Carex arenaria* tritt er aus dem vierten Blatte. Der neue Fortsetzungsspross wird durch eine senkrecht zur Mediane des Deckblattes verlaufende Furche vom Vegetationskegel abgespalten und von Anfang an in einer solchen kräftigen Entwickelung angelegt, dass die relative Hauptachse nach oben gedrängt wird und schon in frühester Jugend, wie ein Seitenstrahl des Fortsetzungssprosses aussieht. Jene bildet sich, indem sie die distiche Folge der Blätter bald aufgibt und eine spirale annimmt, in einen Laubtrieb um, der unter

Umständen durch einen Blütenstand abgeschlossen wird. Der Aufbau der *Cyperaceen*rasen ist komplizierter und erfolgt besonders durch die wiederholte Entwicklung von unteren Beiknospen (serialen Sprossschaaren). Die Blätter der *Cyperaceen* sind nicht, wie man gewöhnlich meint, nach $\frac{1}{3}$ gestellt, sondern bilden ähnlich den Dispositionen von *Pandanus* 3 gewundene Zeilen, ein Verhältnis, das besonders in den Schöpfen der *Papierstaude* nachgewiesen werden kann. Die Blüten stehen entweder in disticher oder spiraler Anreihung; unter den letzteren ist die Hauptreihe ($^2/_5$, $^3/_8$, $^5/_{13}$ u. s. w.) ausgebildet, doch hat man auch mehrere andere Verhältnisse beobachtet. Die Normalzahl in den Blüten ist die Dreizahl, und die Stellung des ersten Kreises nach $\frac{2}{1}$ disponiert, doch findet sich im Androeceal- und Gynaecealkreis sehr häufig durch Abort des Vordergliedes nur die Zweizahl. Dabei sind beide Kreise gleich gerichtet, woraus die Theorie das Fehlschlagen eines inneren Staubblattkreises folgert. Eine volle Blütenhülle aus 2 dreigliedrigen Kreisen besitzt *Oreobolus*, 3 gefranste Schuppen sind *Fuirena* eigen, sonst treten an Stelle der Perigonblätter gewöhnlich der Zahl nach weniger bestimmte Schuppen oder

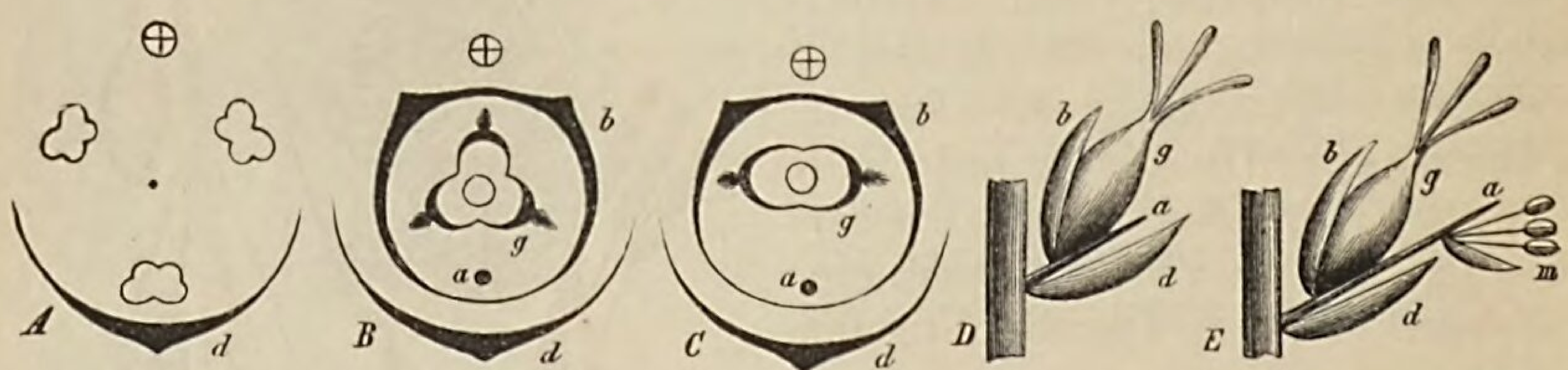


Fig. 107. *A* Diagramm einer männlichen Blüte von Carex; dieselbe Anordnung besitzen alle triandrischen Blüten der Cyperaceen, bei den hermaphroditen stehen die 3 Narbenstrahlen den Staubblättern gegenüber in gleicher Anordnung; *B* weibliche Blüte von Carex mit 3, *C* dieselbe mit 2 Narbenstrahlen; *D* weibliches, *E* androgynes Aehrchen von *Elyna scirpina*: *d* Deckblatt des Aehrchens; *b* Deckblatt der Blüte (bei Carex der Schlauch); *a* Achsenende; *g* Stempel; *m* männliche Blüte (nach Luerssen).

Haare; sehr viele der letzteren sind bei *Eriophorum* vorhanden, in welcher Gattung sie später die Wollköpfe bilden; häufig sind die Blüten ganz nackt. Sehr bemerkenswert ist das Vorkommen von diklinischen Blüten, bei denen die Zahl der Staubgefässe gern auf 1 herabgeht, während die Stempel stets durch mindestens 2 Narben die Zusammensetzung aus mehreren Fruchtblättern andeuten. Zuweilen, wie bei *Mapania*, ahmen diese Blütenstände die Form von Blüten genau nach, indem 3 äussere, fruchtbare Deckblätter mit je einem Staubgefässe den äusseren Perigonkreis, 3 innere, sterile, den Fruchtknoten umgebende Phyllome den zweiten Perigonkreis wiederholen. Der Schlauch, welcher die weibliche Blüte von *Carex* umgibt, muss als das adossierte Vorblatt eines Sprosses angesehen werden, dessen einziger Seitenzweig die Blüte selbst ist (Fig. 107 *B*, *C*). Diese Thatsache wird begründet durch ein kleines Achsenende, welches innerhalb des Schlauches bei fast allen Arten von *Carex* nachgewiesen worden ist. Sehr deutlich in der Form einer Borste ist dieses Achsenende bei *C. microglochin* zu sehen. Der Schlauch wirkt durch seinen

frühen Verschluss als Hemmnis für die Entwickelung der Achse; bleibt er offen, so dass sie sich entfalten kann, dann werden an ihr, wie an den übrigen Achsen der Blütenstandsregion, Blätter und in deren Achseln wieder männliche oder weibliche Blüten angelegt. Diese Ausbildung ist zur Norm geworden bei einer Reihe von kapensischen *Cyperaceen,* welche man als besondere Gattung *Schoenoxiphium* zusammengefasst hat; aber auch gewisse, heute noch bei *Carex* stehende Arten des Kaps und von der Insel Oahu bringen sehr häufig, fast an jedem Exemplare, *Schoenoxiphium*ährchen hervor. In unseren Gegenden sind sie zwar selten, sind aber an *Carex glauca, C. acuta* u. s. w. auch nachgewiesen. *Elyna scirpina* (Fig. 107 *E*) ist ein *Schoenoxiphium,* das im mittleren Teil der Aehre 1, im unteren Teil 2—3 männliche Blüten erzeugt, im oberen ist die weibliche Blüte meist eine normale *Carex*blüte (Fig. 107 *D.*). Die *Cyperaceen* sind durchgehends anemophil, wenn nicht hin und wieder cleistogame Blüten auftreten.

4. Reihe. Principes.

Blüten mit doppelter, gleichfarbiger Hülle, hypogynisch. Fruchtblätter meist 3, mit je einer gewendeten Samenanlage. — Holzgewächse mit allermeist einfachem, monopodialem Stamme; Blüten in einfachen oder zusammengesetzten Kolben.

15. Familie. Palmae.

Blüten selten völlig zwittrig, meist durch Reduktion des einen Geschlechtes 1- oder seltener 2häusig. Perigon in 2 Kreisen, strahlig, sehr selten zygomorph, grün oder gefärbt, gewöhnlich derb, nicht blumenblattartig. Staubblätter selten 3, gewöhnlich mehr, frei oder verbunden. Die 3 Fruchtblätter sind apo- oder synkarp, jedes umschliesst eine aufrechte, gewendete Samenanlage, zuweilen sind einzelne oder 2 abortiert. Früchte beeren- oder steinfruchtartig mit relativ grossen Samen, die ein hartes, horn- oder elfenbeinartiges Nährgewebe enthalten. Der Keimling ist verhältnismässig klein. — Mehr oder weniger hohe Holzgewächse mit meist einfachem, selten gabelig verästeltem Stamme, welcher einen Schopf meist grosser, fächerförmiger oder gefiederter, am Grunde scheidiger, in spiraliger Anreihung gestellter Blätter trägt. Blüten gewöhnlich klein, unansehnlich, in einfachen oder mehr oder weniger reich verzweigten Inflorescenzen mit fleischiger Spindel, oft in diese eingesenkt, von einer Hülle (Spatha) umschlossen.

Die Palmen sind in etwa 130 Gattungen mit 1000 Arten über die Tropen beider Hemisphären verbreitet, die Hauptmenge findet sich dabei in einem Gebiete von 20° zu beiden Seiten des Aequators, in der Alten wie in der Neuen Welt in ziemlich gleicher Zahl. Die Nord- und Südgrenze liegt etwa bei 36°. Europa besitzt nur eine Palme.

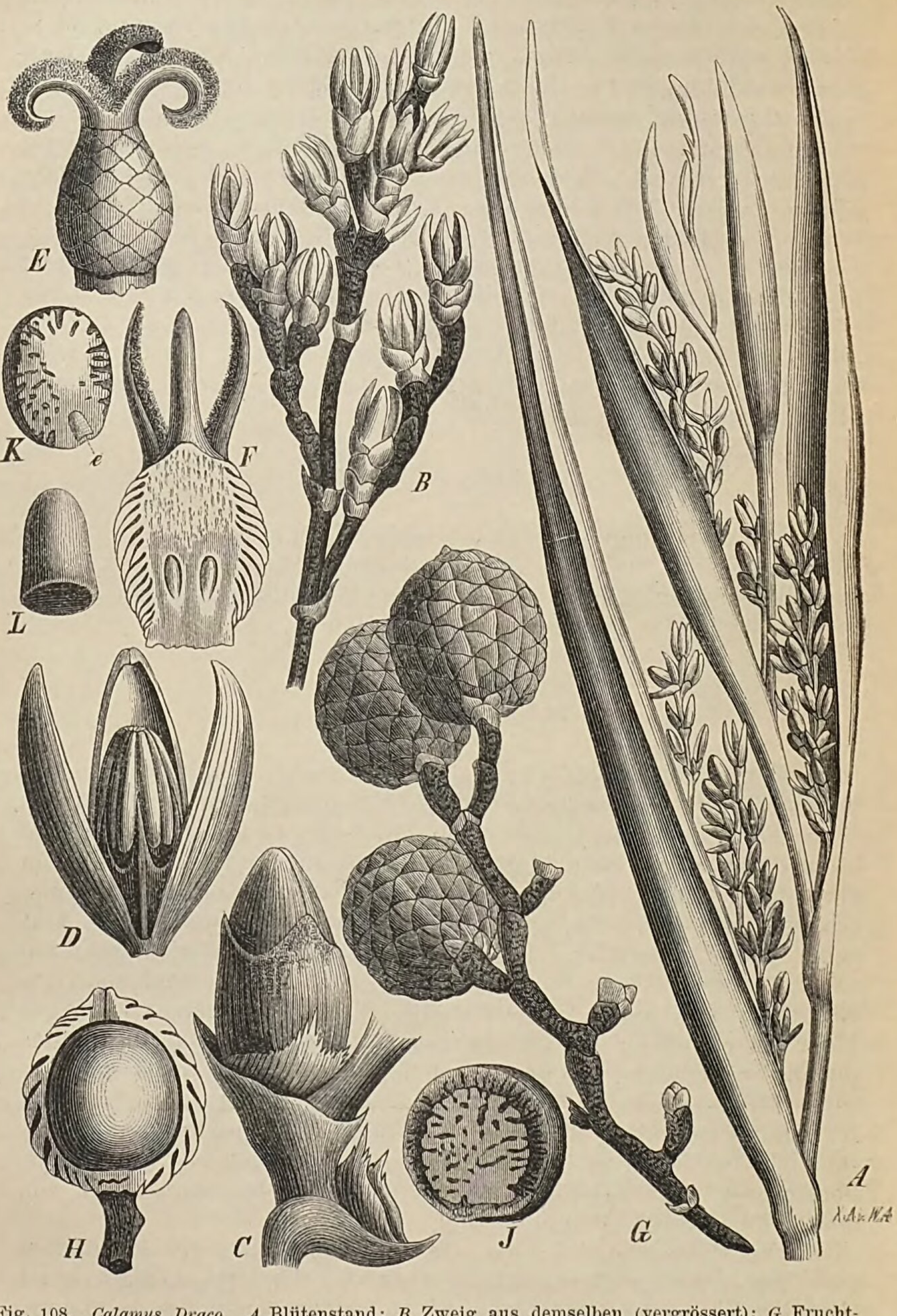


Fig. 108. *Calamus Draco.* *A* Blütenstand; *B* Zweig aus demselben (vergrössert); *G* Fruchtstand; *H* Frucht mit zur Hälfte weggeschnittenem Pericarp; *K* zerklüftetes Nährgewebe, am Grunde der Keimling; *L* Keimling (vergrössert). — *C. melanochaetes.* *C* Blütenknospe; *D* männliche Blüte nach Entfernung des äusseren Perigonkreises; *E* Fruchtknoten; *F* derselbe, längs derart angeschnitten, dass 2 Fächer geöffnet sind. (Nach Luerssen).

A. Perigon in 2 wechselnden, 3gliedrigen Kreisen.
 a) Blütenstand viel verzweigt, meist weitschweifig, rispig; Fruchtblätter frei oder locker verwachsen; Fieder- oder Fächerstrahlen nach oben gefaltet (eingeschlagen) 1. Tribus *Coryphinae*.
 b) Fruchtblätter fest verwachen.
 α) Fächerblätter mit eingeschlagenen Strahlen; Kolben einfach oder mit wenigen, sehr dicken Aesten; Blüten 2reihig in die Achse eingesenkt. Früchte nicht beschuppt 2. Tribus *Borassinae*.
 β) Fächer- oder Fiederblätter mit umgeschlagenen Strahlen; Kolben ein- oder mehrmals 2zeilig verzweigt; Blüten meist in 2zeiligen Aehren; Früchte beschuppt 3. Tribus *Lepidocaryinae*.
 γ) Fiederblätter um- oder eingeschlagen, Kolben einfach oder verästelt; Blüten gewöhnlich zu Drillingen vereint, 2 männliche umgeben 1 weibliche, seltener sind von den ersten viele vorhanden; Früchte nicht beschuppt 4. Tribus *Ceroxylinae*.

B. Perigon in unbestimmter Gliederzahl oder rudimentär 5. Tribus *Phytelephantinae*.

Phoenix dactylifera, die *Dattelpalme*, ist als Kulturpflanze von den Canaren bis nach Arabien quer durch Afrika in den Oasen der Wüstengebiete überall kultiviert; die süssen, den Pflaumen ähnlichen Früchte sind eine gesunde und sehr nahrhafte Speise; an ihr war bereits den Alten das doppelte Geschlecht der Pflanzen bekannt, da sie nur Früchte bringt, wenn der männliche Blütenstand an dem weiblichen Baume aufgehangen wird. *P. silvestris* aus Indien ist vielleicht die wilde Stammart. *Chamaerops humilis* ist die einzige in Europa wild vorkommende Palme, die in Spanien, Marokko und Italien dichte Gestrüppe bildet. *Corypha Taliera* gehört zu den Palmen, welche nur einen Blütenstand erzeugen, der eine ungeheure Grösse erreicht; nach der Blüte stirbt der Stamm ab; im Monsungebiete. *Livistona chinensis* (*Latania borbonica* der Gärtner) ist die am häufigsten kultivierte, grosse Fächerpalme. *Hyphaene thebaica* ist die *Dumpalme* Aegyptens, die durch ihre Verzweigung auffällt; das braune Fruchtfleisch schmeckt wie Pfefferkuchen. *Borassus flabelliformis*, die *Delebpalme* der Afrikaner, *Palmyra* der Inder, wird vielfach verwendet: unter anderm liefert der zuckerhaltige Saft, welcher bei dem Abschneiden junger Kolben austritt, nach dem Vergären den nichts weniger als geschätzten Palmwein oder Toddy. *Raphia vinifera*, eine der verbreitetsten und nützlichsten Palmen, gehört zu den bemerkenswerten Holzgewächsen, die in Afrika und in Südamerika zugleich wild wachsen; der in der Gärtnerei verwendete Raphiabast ist die von jüngeren Blättern abgezogene Oberhaut. *Metroxylon Rumphii* aus Malesien ist die wichtigste *Sagopalme*; sie befriedigt fast alle Bedürfnisse der Eingeborenen, vor allem liefern ihnen die vor dem Austreiben des einzigen mächtigen Blütenschaftes

im Stamme eingeschlossenen Stärkemehlmassen das tägliche Brot; ausgewaschen und gekörnt kommt der Inhalt als *Sago* in den Handel. Die Gattung *Calamus* ist mit gewiss über 200 Arten hauptsächlich in Ostasien heimisch, sie geht bis China und Australien; nur eine sehr zweifelhafte Art (*C. secundiflorus*) ist bisher aus Afrika erwähnt worden. Sämtliche Arten sind kletternd, sie entwickeln Fiederblätter, deren letzte Fiederpaare zu nach rückwärts gekrümmten Hafthaken umgewandelt sind. Die verhältnismässig dünnen, aber sehr festen Stämme liefern das *Stuhl-* oder *spanische Rohr*. *C. Draco* (Fig. 108) liefert das ehemals officinelle *ostindische Drachenblut*. *Arenga saccharifera* ist eine der nützlichsten Palmen von Malesien, deren Saft vortrefflichen Zucker liefert. *Iriartea* ist ein Geschlecht grosser

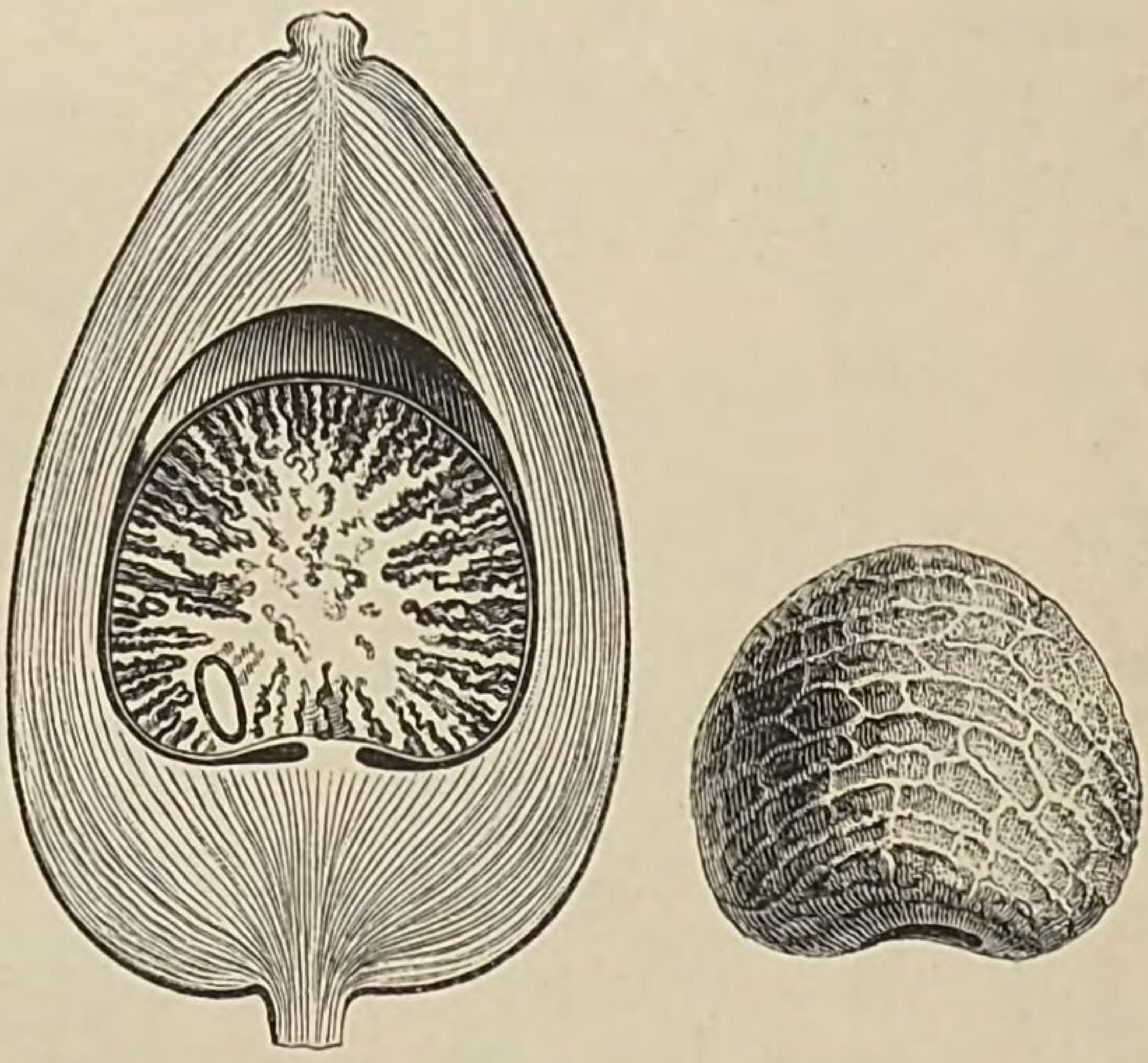


Fig. 109. *Areca Catechu.* Frucht im Längsschnitt mit dem zerklüfteten Nährgewebe; daneben der fast kugelige Same.

Palmen Amerikas, welche sich auf hohen Luftwurzeln wie auf Stelzen erheben. *Ceroxylon andicola* aus Peru liefert Wachs. Die *Chamaedorea*arten sind kleine, sehr zierliche, vielfach kultivierte Palmen, die hauptsächlich im gebirgigen Centralamerika heimisch sind, z. B. *C. Ernesti-Augusti* mit schön geformten, 2lappigen Blättern. *Oreodoxa regia*, die *Palma real* oder *Königspalme* Westindiens, ist vielleicht die schönste und stattlichste aller Palmen. *Euterpe oleracea* liefert in dem Herz, wie viele Palmen, ein schmackhaftes Gemüse. *Areca Catechu*, die *Betelpalme* (Fig. 109), hat sehr gerbstoffreiche Samen, welche ein officinelles *Catechu* geben; in Ostasien werden allgemein Stücke davon mit gebranntem Kalk in die Blätter von *Piper betle* gewickelt gekaut. *Elaeis guineensis* ist gegenwärtig eine der wichtigsten Palmen des Handels; das Fruchtfleisch ist sehr reich an einem orangeroten, in frischem Zustande wohlschmeckenden Oele, das ausgekocht den wichtigsten Handelsartikel von Westafrika aus-

macht. Die *Oelpalme* ist ebenfalls den gegenüberliegenden Küsten Afrikas und Amerikas gemeinschaftlich. Die Faserreste, welche von den Blättern der brasilianischen *Attalea funifera* am Stamme bleiben, liefern die *Piaçavafasern*. *A. Cohune* von Honduras gibt in den steinharten Fruchtgehäusen das besonders zu Knöpfen verarbeitete *Steinnuss*material. *Cocos nucifera*, die *Cocospalme* ist sowohl in der Alten, wie in der Neuen Welt an den Seeküsten heimisch und eine der für den Menschen nutzbringendsten Pflanzen; sie wird besonders in Ceylon und Polynesien wegen des Exportes des sehr ölreichen Samenkernes (getrocknet heisst er *Copra*) kultiviert; die sehr festen Fasern des Exocarps liefern das Material (*Coïr*) zu den Cocosmatten, zu Stricken u. s. w. *Phytelephas macrocarpa* ist eine stammlose Palme des tropischen Amerikas, deren Samen als *vegetabilisches Elfenbein* eine vielfache Verwendung finden. *Nipa fruticans* ist eine durch das ganze Monsungebiet und noch darüber hinaus weit und breit vorkommmende Strandpflanze.

Fossil sind die Palmen von der Kreidezeit an bekannt; die frühesten Funde sind Blätter aus dem Cenoman von Frankreich bis Oesterreich, die *Flabellaria longirhachis* benannt werden; häufiger werden sie im Oligocän und Miocän. Aus der erst erwähnten Periode hat nicht allein die gleiche Zone ziemlich zahlreiche Reste von *Sabal* (z. B. *S. major*) und *Phoenix* (*P. Aymardii* mit Blütenständen) geliefert, sie sind sogar im Bernstein des Samlandes gefunden worden. Im Pliocän verschwinden sie aus Europa bis auf eine Art in den südlicheren Teilen, die von *Chamaerops humilis* nicht verschieden zu sein scheint. Von Blüten kennt man nur einen ganz sicheren Nachweis, *Phoenix Eichleri* aus dem Bernstein. Als Palmenfrüchte spricht man Objekte an, die solchen von *Nipa* wirklich sehr ähnlich sehen (*Nipadites provincialis*), aus dem Eocän von Frankreich und England; *Lepidocaryopsis Westfalenii* ist eine Fruchthülle aus dem unteren Quader Böhmens. Palmenhölzer sind aus der libyschen Wüste (*Palmoxylon Zittelii*) und von der Insel Antigua (*P. Antigua*) beschrieben worden; sie gehören der oberen Kreide oder dem unteren Tertiär an.

Morphologie. Während die Palmen in der Krone nur eine geringe Neigung zur Verzweigung zeigen, gibt es nicht wenige Arten, welche aus dem unteren Teile des Stammes zahlreiche Seitenäste treiben. Diese bilden entweder bald einen neuen Stamm und erzeugen dann die zuweilen fast undurchdringlichen, durch häufige Bestachelung noch unwegsamer gemachten Strauchdickichte, bald werden sie zu weit im Boden fortkriechenden Ausläufern. In den Stämmen ist nur derjenige Teil fest und hart, welcher der Peripherie zunächst liegt; der innere Teil ist weich und zerkrümelt beim Austrocknen. Die Blätter sind in gewundene Zweier- bis Achterzeilen gestellt; sie haben grosse Scheiden, welche den Stamm umfassen. Nach dem Abfallen bleiben die ringförmigen Narben lange kenntlich. Der Blütenstand wird stets von Scheiden umschlossen, von denen eine bei den *Cocoineae* oft völlig holzig wird. Die Anordnung der Blüten ist sehr mannigfaltig. Sie sind entweder mit einem Deck- und einem adossierten Vorblatte versehen, oder das letztere oder beide können fehlen. Im

letzteren Falle lassen sich aber Rudimente wie die Schwielen der Grasinflorescenzen noch nachweisen. Dem Bau nach herrscht in den Blüten die Dreizahl vor. Die einzelnen Cyklen folgen sich in lückenloser Alternanz; wobei allerdings die Organe des einen Geschlechtes in der Regel reduziert werden.

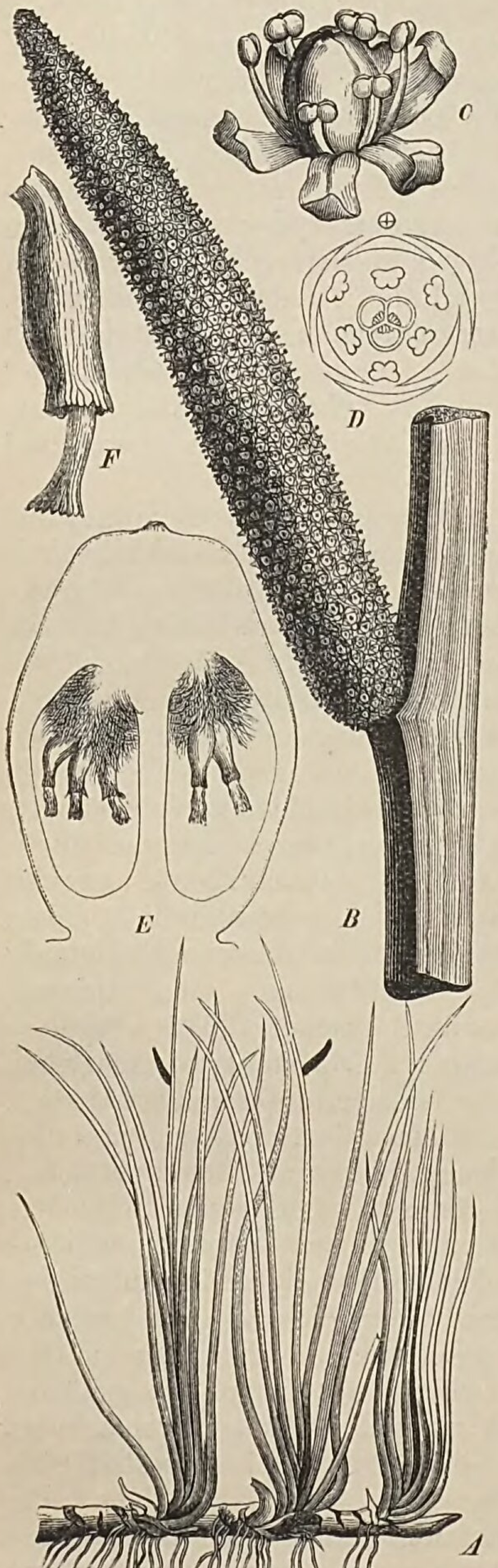


Fig. 110. *Acorus Calamus.* *A* Ganze Pflanze im blühenden Zustande (verkleinert); *B* Blütenstand; *C* Blüte (vergrössert); *D* Diagramm; *E* Fruchtknoten im Längsschnitte; *F* Samenanlage. (Nach LUERSSEN.)

5. Reihe. Synanthae.

Blüten getrennt geschlechtlich, nackt oder mit einfacher Blütenhülle. Fruchtblätter mit vielen gewendeten Samenanlagen. — Kräuter oder Lianen mit Blättern, die denen der Palmen ähnlich sind.

16. Familie. Cyclanthaceae.

Sie sind ein eigentümliches Bindeglied zwischen den Palmen einerseits und den Araceen und Pandanaceen anderseits, jenen besonders in der Tracht und der Form der Blätter ähnlich, aber durch viele Samenanlagen völlig verschieden; durch Blütenstand und Blütenbau nähern sie sich diesen. Sie sind ausschliesslich amerikanisch. Die jungen, noch unentwickelten Blätter der *Carludovica palmata* liefern das Material zu den Panamahüten.

6. Reihe. Spathiflorae.

Blüten nackt oder mit einfacher oder doppelter Hülle, 3- oder 2gliedrig, zuweilen nur auf 1 Staub- oder Fruchtblatt reduziert, zu einem von einer Scheide umgebenen Kolben vereinigt. Achsen gewöhnlich sympodial verkettet.

17. Familie. Araceae.

Blüten zwittrig oder eingeschlechtlich, dann fast stets 1häusig, mit oder ohne Perigon, 3-, 2- oder

1gliedrig. Früchte beerenartig, fleischig, selten saftlos, nicht aufspringend oder unregelmässig zerreissend; das äussere Integument des Samens wird fleischig. — Kräuter, seltener strauchartige, dann gern kletternde Gewächse mit vielgestaltigen, oft charakteristisch pfeilförmigen Blättern. Die Blüten sind stets zu meist vielblütigen Kolben verbunden.

A. Land- und Sumpfgewächse.
 a) Ohne Milchsaftschläuche oder Spicularzellen
 1. Unterfamilie *Pothoideae*.
 b) Fibrovasalstränge ohne Milchsaftschläuche, im Grundgewebe Spicularzellen
 2. Unterfamilie *Monsteroideae*.
 c) Fibrovasalstränge mit Milchsaftschläuchen.
 α) Milchsaftschläuche einfach.
 I. Blüten meist zwittrig; Samenanlagen geradläufig oder umgewendet; Blätter nie pfeilförmig oder geteilt, meist netznervig
 3. Unterfamilie *Calloideae*.
 II. Blüten zwittrig oder eingeschlechtlich; Samenanlagen umgewendet; Blätter pfeilförmig oder vielfach geteilt, netznervig
 4. Unterfamilie *Lasioideae*.
 III. Blüten eingeschlechtlich, nackt; Samenanlagen umgewendet oder geradläufig; Blätter parallelnervig
 5. Unterfamilie *Philodendroideae*.
 IV. Blüten eingeschlechtlich, meist nackt; Samenanlagen umgewendet oder geradläufig; Blätter netznervig; meist Knollengewächse
 6. Unterfamilie *Aroideae*.
 β) Milchsaftschläuche verzweigt.
 7. Unterfamilie *Colocasioideae*.

B. Schwimmende Wasserpflanzen ohne Milchsaftschläuche
 8. Unterfamilie *Pistioideae*.

Die Gattung *Pothos* ist besonders im malayischen Ostindien entwickelt, z. B. *P. scandens*. *Anthurium* ist die grösste Gattung der Familie mit über 200 Arten; sie ist im tropischen Amerika verbreitet und wird in unseren Gewächshäusern mit mehreren Arten kultiviert, z. B. *A. Scherzerianum* aus Guatemala, durch die zinnoberrote Spatha ausgezeichnet. *Acorus Calamus* (Fig. 110) ist in der nördlich gemässigten Zone der Alten, der atlantischen Küste der Neuen Welt und dem tropischen Ostasien verbreitet; reift bei uns nicht die Früchte und wurde deswegen für eingeführt angesehen; *Rhizoma Calami* ist wegen seines Oelgehaltes offizinell. *Monstera deliciosa* unter dem Namen *Philodendron pertusum* der Gärtner vielfach auch in Zimmern kultivirt, liefert ananasartig schmeckende Früchte. *Calla palustris* mit weisser Spatha ist in Waldsümpfen der nördlichen Teile der Alten und den atlantischen Staaten der Neuen Welt weit verbreitet; *Dracontium Gigas* ist eine der ansehnlichsten Gestalten unter den Araceae, inso-

fern als der aufrechte Stiel des einzigen Blattes 3 m Höhe erreicht; übertroffen wird sie nur von *Amorphophallus Titanum*, bei der jener bis 5 m hoch wird, während die vielfach zusammengesetze Blattfläche bis 6 m Durchmesser hat. Die hauptsächlich brasilianische Gattung *Philodendron* hat in ihren Blättern oft grosse Aehnlichkeit mit *Monstera*, z. B. *P. bipinnatifidum*; diese und *P. cannifolium* werden oft in Gewächshäusern gezogen. *Dieffenbachia Seguine* aus Westindien wird wegen der bunten Blätter angepflanzt; sie ist wie viele andere Arten sehr giftig. *Zantedeschia aethiopica*, die bekannte *Calla* oder der *Aaronsstab* unserer Zimmerkulturen, ist in Afrika weit verbreitet. Die Blätter der indischen *Alocasia macrorrhiza* sind im frischen Zustande äusserst scharf, geben aber gekocht ein zartes Gemüse; *Colocasia antiquorum*, der *Taro*, wird ebenso als Nahrungspflanze gebaut. Von *Caladium esculentum* isst man die Knollen; zahlreiche Formen von *C. bicolor*, das am Amazonenstrome wild wächst, werden wegen der schöngefärbten Blätter kultiviert. *Arum maculatum* mit gefleckten und ungefleckten, pfeilförmigen Blättern ist eine der wenigen Araceae unserer Gegenden. *Dracunculus vulgaris* im Mittelmeergebiete verbreitet, ist durch eingeschnittene Blätter ausgezeichnet. *Pistia Stratiotes* ist eine in den Blättern, die spiral zu einer Rosette gestellt sind, sehr veränderliche, schwimmende Wasserpflanze, die sich im grössten Massstabe vegetativ vermehrt. Sie ist in den Tropen beider Hemisphären weit verbreitet und geht noch über die Wendekreise hinaus; in Centralafrika trägt sie mit *Cyperus Papyrus* und *Herminiera Elaphroxylon* hauptsächlich zum Aufbau der die Flüsse verstopfenden Pflanzenbarren bei.

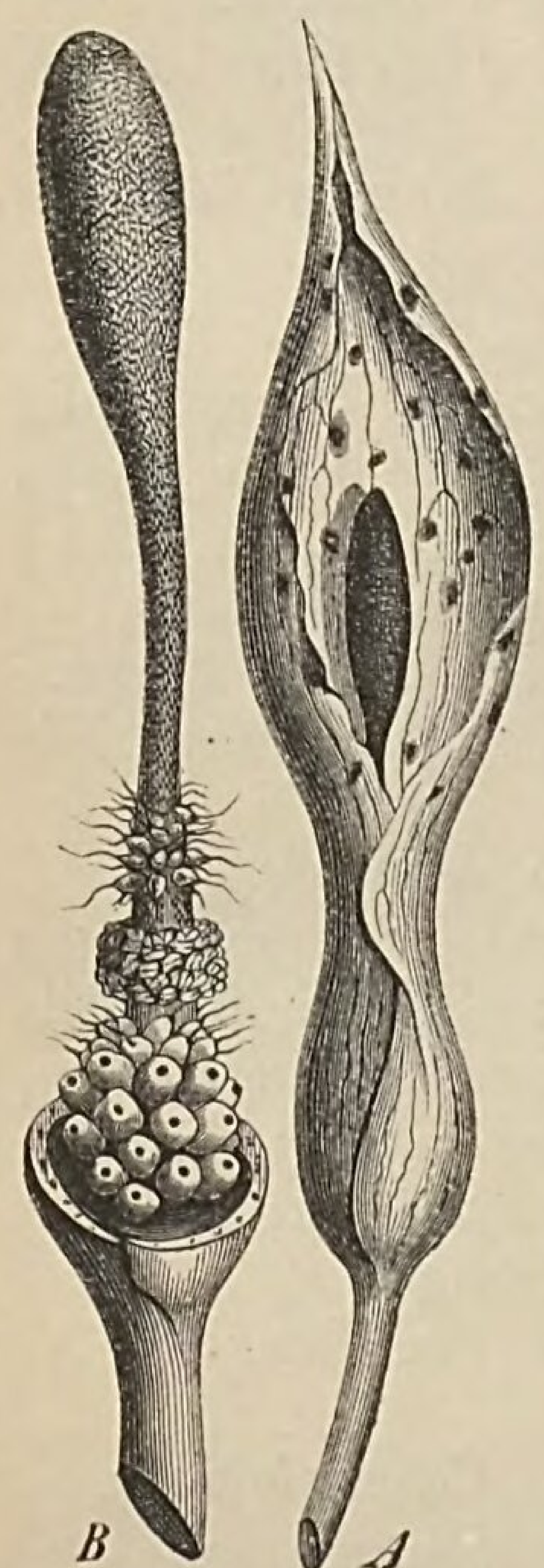


Fig. 111. *Arum maculatum*. *A* Blütenstand mit der Spatha; *B* derselbe nach ihrer Entfernung. (Nach Luerssen).

Von fossilen Araceae sind bis jetzt nur die Reste von *Pistia*arten gut charakterisiert. *P. corrugata* ist aus dem Tertiär Nordamerikas und *P. Mazelii* aus der jüngeren Kreide Südfrankreichs bekannt geworden, die beide der lebenden Art sehr ähnlich sind. Die als *Acorus brachystachyus* bezeichneten Reste aus dem Tertiär Spitzbergens gehören vielleicht hieher, ebenso dürfte *Acoropsis minor* aus dem Bernstein eine Aracee sein.

Morphologie. In den meisten Fällen baut sich die Achse, mag sie nun eine unterirdische Knolle, oder ein kriechendes Rhizom, oder ein oberirdischer, krautiger oder schlingender, verholzender Stamm sein, sympodial auf, nur sehr wenige Gattungen sind streng monopodial (*Pothos*). Der Fortsetzungsspross erscheint meist aus dem zweiten, bodenwärts blickenden Blatte. Die relative Hauptachse dagegen geht in einem Blütenstande, der stets die Form eines Kolbens einhält, auf; die Spatha desselben ist das letzte

Blatt der Hauptachse. Unter dem Fortsetzungssprosse befindet sich fast stets eine Beiknospe. Die Blätter zeigen eine Mannigfaltigkeit der Gliederung, welche unter den Monocotylen sonst nicht mehr gefunden wird. Bemerkenswert ist die nicht selten vorkommende falsche Fiederung, welche dadurch entsteht, dass Teile der Blattfläche im Wachstum zurückbleiben, diese werden umwachsen, so dass endlich Löcher entstehen, zwischen denen die Spreite parallel zu den Nerven aufreisst. Die Luftwurzeln der zahlreichen, oberirdisch kletternden, tropischen Arten haben ein Velamen (Wassergewebe) ähnlich dem der epiphytischen Orchideenwurzeln aus Spiralzellen.

In anatomischer Beziehung ist wichtig, dass sich Gerbstoffschläuche, Spicularzellen und Milchsaftschläuche finden. Die ersteren stehen zu den Gefässbündeln in keiner Beziehung. Die Spicularzellen sind 1- oder 2seitig entwickelte, demgemäss ⊣- oder **H**förmige Wucherungen einer Zelle in die benachbarten Intercellularräume. Die Milchsaftschläuche entstehen entweder aus Reihen gerade übereinander stehender Zellen, oder sie bilden sich dadurch, dass auch Verschmelzungen von seitlich gelegenen hinzutreten und anastomosieren dann. Auch Harz- und Schleimgänge lysigenen Ursprungs sind zuweilen vorhanden.

Die Blüten sind manchmal zwittrig und durch alle Glieder trimer mit doppeltem Perigon- und Androecealcyklus (*Acorus*), oder sie sind dimer (*Anthurium*). Reduktionen mannigfacher Art bringen die zahllosen Varianten im Blütenbaue hervor. Sehr oft sind sie nackt und diklinisch; die Zahl der Staubblätter geht bis auf eins herab, ebenso die der Fruchtblätter. Staminodien und Pistillodien treten nicht selten auf, wenn auch die letzteren weniger häufig sind. Die nackten, männlichen Blüten verwachsen zuweilen zu Synandrien, die wieder steril sein können (Synandrodien). Der Kolben läuft fast stets in einen eigentümlich gestalteten Anhang aus, der mit Staminodien in sehr zurückgebliebener Form bedeckt sein kann (Fig. 111 *B*). Die Zahl, Form, Anheftung der Samenanlagen ist ausserordentlich mannigfaltig.

Die Uebertragung des Blütenstaubes wird bei den meisten Araceae durch Insekten, seltener durch Schnecken besorgt; zu ihrer Anlockung strömen die Kolben einen zuweilen äusserst wohlriechenden (*Spathiphyllum*), gewöhnlich aber aasartigen Duft aus. Selbstbefruchtung kann zuweilen durch das Herabfallen der wurmförmig austretenden Pollenmassen auf die darunter befindlichen, weiblichen Blüten erfolgen; meist ist sie durch stark ausgeprägte Proterogynie unmöglich gemacht.

18. Familie. Lemnaceae.

Blüten eingeschlechtlich, 1häusig, ohne Perigon, die männlichen haben nur ein Staubblatt, die weiblichen nur ein flaschenförmiges Fruchtblatt, das 1—6 aufrechte, geradläufige bis gewendete Samenanlagen enthält. Der Keimling ist gerade, er liegt in einem spärlichen Nährgewebe. — Freischwimmende, meist bewurzelte Wassergewächse mit geringer oder fehlender Blattentwickelung.

A. Wurzeln ausgebildet; Blütenstand von einer Spatha umschlossen, aus 1 weiblichen und 2 monandrischen, männlichen Blüten bestehend; Staubbeutel 4fächrig
1. Tribus *Lemnoideae.*

B. Wurzeln fehlend; Blütenstand ohne Spatha aus einer weiblichen und einer männlichen Blüte bestehend; Staubbeutel 2fächrig 2. Tribus *Wolffioideae.*

Spirodela polyrrhiza vor allen anderen Lemnaceae durch die relativ grossen, kreisförmigen, planconvexen, scheibenförmigen Achsen und zahlreiche Wurzeln kenntlich, ist in der nördlich gemässigten Zone beider Hemisphären heimisch, sonst in West- und Ostindien und Australien. *Lemna trisulca* durch kreuzförmig verbundene, spatelförmige Sprosse ausgezeichnet, ist in allen Erdteilen vorhanden bis auf Afrika. *L. minor*, die gemeine *Entengrütze* oder die *Wasserlinse* mit 1, *L. gibba* mit 4—6 Samenanlagen sind ebenfalls sehr weit verbreitet. — *Wolffia arrhiza*, die kleinste Siphonogame, von höchstens 1,5 mm Durchmesser, wächst in Mittel- und Südeuropa, Afrika und Asien bis zu den Philippinen.

Morphologie. Als den Blättern entsprechend betrachtet man bei den *Lemnaceae* nur ein aus 2 seitlich verschmolzenen Lappen bestehendes Organ, welches sich bei *Spirodela polyrrhiza* findet; dabei sieht man es entweder als ein einzelnes (Grund-) Blatt oder als ein Blattpaar an, in dem das obere als Vorblatt betrachtet wird. Die Sprosse sind entweder schwimmend und oberseits mit Spaltöffnungen versehen (Luftsprosse) oder untergetaucht und haben dann keine Spaltöffnungen (Wassersprosse). Die Wintersprosse, durch die sie während der kalten Jahreszeit an geschützten Stellen ausdauern, sind oft flacher, weil ihnen die inneren Luftgänge fehlen. In unseren Gegenden bringen die *Lemnaceae* (am häufigsten *L. gibba*) nur selten Blüten, *Wolffia* niemals; die Selbstbestäubung scheint die Regel zu sein.

7. Reihe. Farinosae.

Blüten meist mit doppelter, gleich- oder verschiedenfarbiger Hülle, 3- oder 2gliedrig. Samenanlagen häufig geradläufig; Nährgewebe mehlig.

Die meisten der hieher gehörigen Familien von sehr bescheidenem, nur wenige Gattungen umfassenden Umfange, sind in den Tropen heimisch.

19. Familie. Flagellariaceae.

Im Blütenbau an die Juncaceae erinnernd, mit 1samigen Beerenfrüchten. *F. indica* ein mit Hilfe der Ranken, in welche die lanzettlichen Blätter ausgehen, hoch aufsteigender Strauch, ist eine Charakterpflanze für die Küsten des Indischen und Grossen Ozeans von Afrika bis zu den Polynesischen Inseln.

20. Familie. Restionaceae.

Juncaceen- oder Cyperaceenähnliche Gewächse mit meist eingeschlechtlichen, 2häusigen Blüten und hängenden, geradläufigen, für jedes Fach einzelnen Samenanlagen.

Sie sind Charakterpflanzen der trockenen Gegenden am Kap und in Australien. Nur eine Art (*Leptocarpus disjunctus*) in Cochinchina, eine findet sich in Chile.

21. Familie. Centrolepidaceae.

Blüten äusserst reduziert, meist getrenntgeschlechtlich, aber zu Inflorescenzen verbunden, die einfache Blüten nachahmen; eine einzelne hängende, geradläufige Samenanlage für jedes Fach kennzeichnet auch diese Gruppe.

Die Verbreitung ist ebenfalls wie die der vorigen einem altozeanischen Ursprunge entsprechend: die meisten finden sich in Südwestaustralien; die Gattung *Gaymardia* aber gehört ausschliesslich der Südspitze von Südamerika an, eine Art von *Centrolepis* wurde noch in Kambodja gefunden.

22. Familie. Eriocaulonaceae.

Die in endständige Köpfchen gestellten, sehr kleinen, getrenntgeschlechtlichen Blüten machen die Vertreter dieser Gruppe den Compositen ähnlich.

Sie finden sich in den Tropen beider Hemisphären, in grösster Zahl aber auf den Hochländern von Brasilien (neben *Eriocaulon* besonders die Gattung *Paepalanthus*); einige überschreiten die Wendekreise; zu diesen gehört auch die wahrscheinlich als Relikt einer früheren Flora übrig gebliebene einzige Art Europas, *E. septangulare,* die an der Küste von Irland und der Insel Skye wächst.

23. Familie. Mayacaceae.

Wasserpflanzen mit moosartiger Tracht, durch wandständige Samenleisten mit den Hydrocharitaceae verwandt.

Die einzige Gattung *Mayaca* ist in Amerika ziemlich weit verbreitet.

24. Familie. Xyridaceae.

Rasenbildende, ausdauernde Kräuter mit langgestielten, kopfigen, aus den Blattachseln tretenden Blütenständen. Blüten mit 2kreisigem Perigon, der innere Cyklus ist blumenkronenartig; die 2spaltigen Staminodien laufen in sprengwedelförmige Enden aus. Nur 2 Gattungen, davon ist *Xyris* besonders dem tropischen Amerika eigen, doch findet sich *X. indica* in der Alten Welt weit verbreitet.

25. Familie. Rapateaceae.

Ansehnliche Stauden mit kopfigen, von einer mehrblättrigen Hülle umgebenen Blütenständen. Die einzelnen oder gepaarten Samenanlagen in jedem Fache sind gewendet und aufrecht; durch diesen Charakter unterscheiden sie sich von den benachbarten Gruppen.

Sie sind nur dem heissesten Teile von Südamerika eigen, *R. paludosa* ist in Gujana verbreitet.

26. Familie. Bromeliaceae.

Blüten zwittrig, mit einer doppelten, in Kelch und Krone geschiedenen Blütenhülle. Die 6 Staubblätter sind frei oder am Grunde verwachsen. Der Fruchtknoten ist ober- oder unterständig, 3fächrig und umschliesst viele Samenanlagen; die 3 Narben sind häufig dütenförmig eingedreht. — Kräuter, selten baumartig, häufig epiphytisch mit scheidigen, spiral gestellten und zu Rosetten zusammengedrängten Blättern. Blütenstand botrytisch, oft mit schön gefärbten Deckblättern.

Die Bromeliaceae sind eine ausschliesslich amerikanische Familie, die besonders in Brasilien und Kolumbien entwickelt ist, am weitesten ist *Tillandsia usneoides* verbreitet, die in 2—3 m langen, flechtenartigen Bärten von den Bäumen herabhängt und sich von Karolina bis Argentinien findet. *Ananas sativa* in Westindien und Zentralamerika heimisch, wird wegen der wohlschmeckenden Fruchtstände, welche von einem Blattschopfe gekrönt werden, in allen Tropenländern kultiviert; aus den Blättern gewinnt man eine zur Verwebung geeignete, zarte Faser. Viele Arten von *Billbergia* (z. B. *B. vittata*), *Aechmea* (z. B. *Ae. distichantha*), *Pitcairnia* (z. B. *P. sulphurea*), *Vriesea* (z. B. *V. psittacina*), *Tillandsia* werden wegen der Schönheit der Blütenstände, Hochblätter und Blätter kultiviert

Die Morphologie der Bromeliaceae bietet nichts Erwähnenswertes. Die Blüten sind nach dem normalen Schema der pentacyklischen Monokotyledonenblüten gebaut. Interessant sind einige anatomische Besonderheiten. Die Blätter sind gewöhnlich mit einem dichten Ueberzug von Sternschuppen bedeckt, deren Strahlen bei manchen epiphytisch lebenden Arten befähigt sind, Wasser aufzunehmen und der Pflanze zuzuführen; eine Eigentümlichkeit, die bei dem geringen Wurzelvermögen vieler epiphytischer Arten oder solcher, die auf steilen Felsen eine mit jenen verwandte Lebensweise führen, von hoher Bedeutung ist. In den Blättern ist gewöhnlich ein umfangreiches Wassergewebe entwickelt, dessen Zellen bei dem Verluste des Wassers zusammenfallen, bei erneuter Zufuhr sich wieder ausdehnen; sie stellen einen Apparat dar, den man mit einer Ziehharmonika verglichen hat. Die Pollenübertragung wird durch Insekten oder Kolibris besorgt, welche durch die Schauapparate der Inflorescenzen, so wie den aus Septaldrüsen ausgeschiedenen Nektar angezogen werden.

27. Familie. Commelinaceae.

Blüten zwittrig, gewöhnlich regelmässig, pentacyklisch mit einer in Kelch und farbige Krone gesonderten Blütenhülle. Von den Staubblättern ist ein Teil nicht selten staminodial entwickelt oder fehlt. Samenanlagen finden sich wenige in jedem der 3 bis 2 Fächer des oberständigen Fruchtknotens. — Kräuter mit knotig gegliederten Stengeln und Blättern, deren Scheide zu einer Ochrea verwachsen ist. Die Blüten stehen meist in axillären oder endständigen Wickeln; die Begleitblätter sind dabei entwickelt oder fehlen.

Die Gattung *Commelina*, meist durch sehr schön blaugefärbte Blüten ausgezeichnet, hat nur 2—3 fruchtbare Staubgefässe, die Beutel der übrigen sind in kreuzförmige Körper umgebildet; sie ist hauptsächlich altweltlich, *C. nudiflora* hat aber in beiden Hemisphären eine weite Verbreitung. *Tradescantia* mit 6 Staubblättern ist dagegen vorzugsweise amerikanisch; am bekanntesten ist *Tr. virginica* eine Pflanze, deren Staubblatthaare die Protoplasmaströmung sehr schön zeigen. *T. zebrina* wird häufig auch in Zimmern als Ampelpflanze kultiviert.

28. Familie. Pontederiaceae.

Blüten zwittrig, pentacyklisch, meist zygomorph. Fruchtknoten 8fächrig mit ∞ Samenanlagen, oder durch Abort 1fächrig und nur eine Samenanlage umschliessend. — Schwimmende oder im Schlamme wurzelnde Kräuter mit sympodial verketteten Sprosssystemen, am Grunde scheidigen Blättern und ährenförmigen Blütenständen.

In den Tropen beider Hemisphären; *Eichhornia crassipes* geht aber in Nordamerika über den Wendekreis hinaus, sie ist durch ein eigentümliches, luftführendes Gewebe, das am Grunde des Blattstieles eine Schwimmblase erzeugt, ausgezeichnet.

29. Familie. Philydraceae.

Blüten zwittrig, stark zygomorph, aus 3gliedrigem Grundtypus durch Abort 2gliedrig. Staubblätter einzeln, vornstehend. Fruchtknoten oberständig mit ∞ Samenanlagen. — Kräuter mit am Grunde scheidigen, 2reihig gestellten Blättern und ährigen oder rispigen Blütenständen.

Philydrum lanuginosum ist eine die Orchidaceae in der Tracht nachahmendes Gewächs, welches in den Sümpfen Südostasiens und Australiens verbreitet ist. Die übrigen Gattungen sind australisch.

8. Reihe. Liliiflorae.

Blüten gewöhnlich 3gliedrig, mit doppelter, gleich- oder seltener verschiedenfarbiger Hülle. Samenanlagen fast stets gewendet; Nährgewebe fleischig oder knorpelig.

30. Familie. Juncaceae.

Blüten regelmässig, zwittrig, 3gliedrig, pentacyklisch mit gleichfarbiger, meist grüner, doppelter Blütenhülle. Staubblätter sind 6 vorhanden, von denen die inneren zuweilen schwinden; Pollen in Tetraden. Fruchtknoten aus 3 Fruchtblättern aufgebaut, mit meist ∞ Samenanlagen, die in dem 1fächrigen Fruchtknoten an wandständigen, in dem 3fächrigen an winkelständigen Samenleisten sitzen; der Griffel trägt 3 lange, rechts spiral gedrehte, fadenförmige Narben. — Rasenbildende Kräuter mit grasähnlicher Tracht, selten baumartig. Blüten zu sehr mannigfaltigen Inflorescenzen vereinigt, achselständig mit oder ohne Vorblätter.

Die Gattung *Juncus* (Binse) ist in ca. 180 Arten über die ganze Erde bis in die nördliche arktische Region und auf die höheren Gebirge

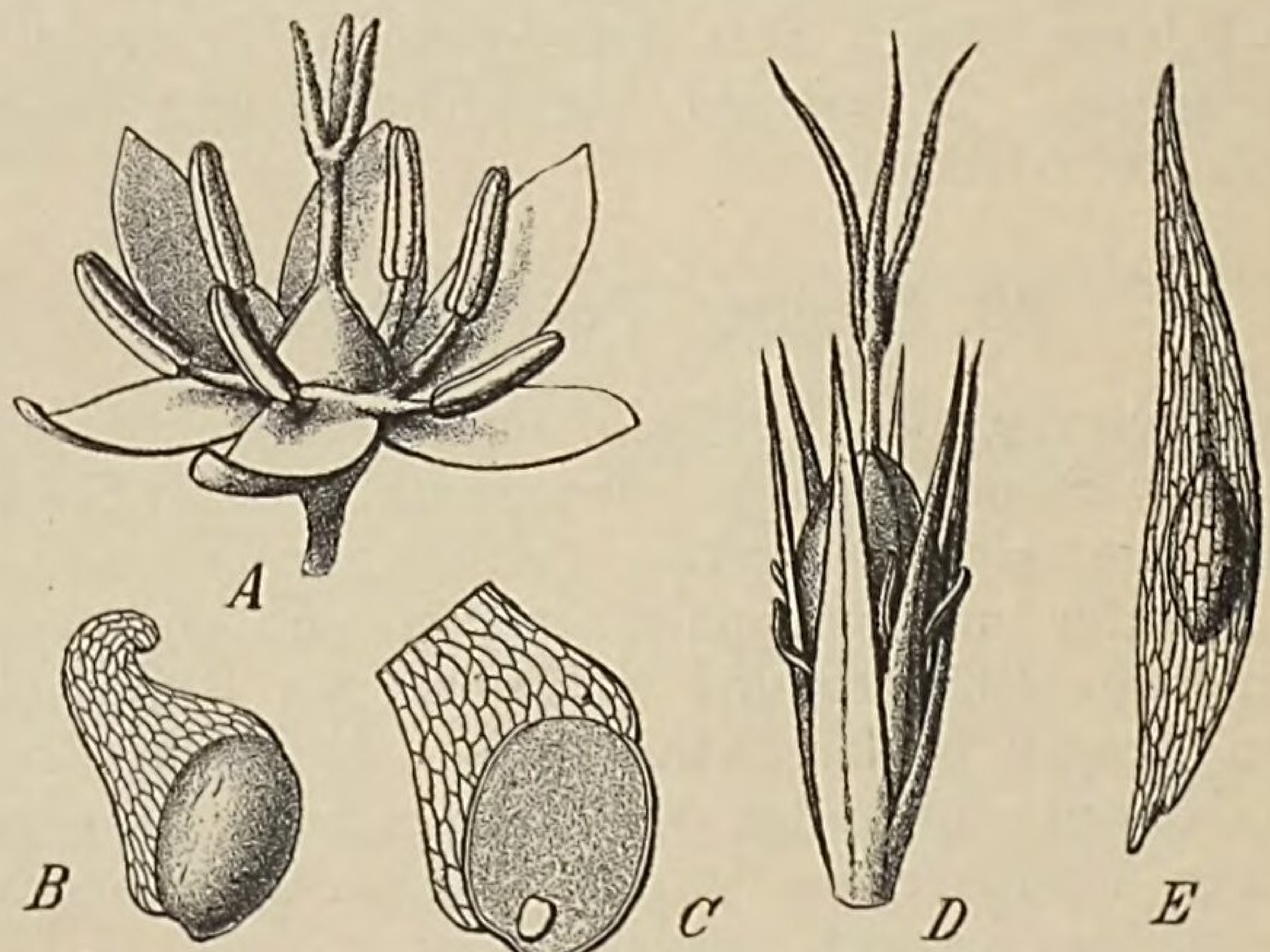


Fig. 112. *Luzula pilosa.* *A* Blüten; *B* Same; *C* derselbe im Längsschnitte. — *Juncus lamprocarpus.* *D* Frucht; *E* Same.

verbreitet. *J. bufonius* ist eine Art, die fast im ganzen Gebiete wächst. *J. effusus* und *J. conglomeratus* unsere gemeinen *Binsen*, mit einem Stengel, dessen weisses Mark aus Sternzellen besteht, sind ebenfalls sehr weit verbreitet. Durch den Stich der *Livia juncorum* in die sich entwickelnden Laubknospen entstehen Gallen, die büschelartige Sprossverbände tragen. — *Luzula* ist durch Fruchtknotenfächer mit einzelnen Samenanlagen ausgezeichnet. *L. campestris* (*Hasenbrod*) ist die gemeinste und verbreitetste Art in Europa. — *Prionium serratum* vom Kap bildet einen 1—2 m hohen Holzstamm, auf dessen Gipfel ein Schopf gesägter Blätter steht.

Fossile Reste der Gattung *Juncus* hat man im Miocän von Oeningen zu erkennen geglaubt.

Morphologie. Die *Juncaceae* haben eine ausgesprochene Neigung zum rasenförmigen, geselligen Wachstume; jeder Zweig be-

ginnt mit einem adossierten Vorblatte: die Blätter sind an der Basis scheidig und 2zeilig geordnet, nur bei den Blütenständen herrschen in den botrytischen Formen spirale Anordnungen. Die letzten Blütenverbindungen sind dann meist köpfchenartig, die Blüten selbst sind vorblattlos und die Stellung der äusseren Perigonzipfel die normale $\left(\frac{2}{1}\right)$. In den distichen Blütenverbindungen herrscht die monochasiale Ausbildung vor; man hat 2 Fälle zu unterscheiden: entweder fällt der Fortsetzungsspross immer auf dieselbe Seite (entweder auf das erste Deckblatt stets zu- oder stets abgewendet) oder er liegt abwechselnd vorn und hinten; man nennt den ersten Blütenstand nach Buchenau Sichel, den zweiten Fächel. Sehr lange, vielblütige Sicheln, die durch Geradstreckung des Sympodiums das Aussehen einer einseitswendigen Aehre haben, finden sich bei *Juncus bufonius*. Die Blüten der Monochasien sind stets von mindestens 2 Blättern begleitet, von denen das erste ein adossiertes Vorblatt ist; auch mehrere Begleitblätter können entwickelt sein. Niemals gehen die Primärachsen oder die Blütenstandszweige erster Ordnung unmittelbar in terminale Einzelblüten auf; an sehr verkümmerten Inflorescenzzweigen von *Juncus bufonius* hat man solche Gipfelblüten zu sehen geglaubt. Stets lässt sich aber in der Achsel des sonst gewöhnlich fertilen Begleitblattes noch eine winzige Knospe mit 2 Blütenanlagen nachweisen; bei *Marsippospermum gracile* und *Rostkovia magellanica* ist ein winziges Achsenende vorhanden, so dass diese Blüten nur „pseudoterminal" stehen. Reduktion im Androeceum durch Schwinden des inneren Staubblattkreises ist häufig.

Die Juncaceae sind zum grössten Teile anemophil; bei einigen rein weiss (*Luzula nivea*) oder purpurrot (*L. purpurea*) blühenden hat man Pollenübertragung durch Insekten vermutet.

31. Familie. Stemonaceae.

Blüten zwittrig, strahlig, 2gliedrig, pentacyklisch mit unterständigem, 1fächrigem Fruchtknoten, grünem Perigon und Kapselfrüchten; die Samenträger sind an der Spitze behaart. — Kräuter, die häufig schlingen, mit 2- bis mehrnervigen Blättern.

Stemona tuberosa (*Roxburghia gloriosoides*) ist im östlichen Vorderindien und dem benachbarten Hinterindien verbreitet.

32. Familie. Liliaceae.

Blüten meist zwittrig, strahlig, 3gliedrig, pentacyklisch mit gleichfarbigem, buntem, seltener grünem Perigon. Staubblätter 6, selten durch Abort weniger. Fruchtblätter 3, miteinander verbunden, ober-, selten unterständig; Narben gewöhnlich klein. Die ∞ gewendeten Samenanlagen stehen gewöhnlich an den Innenwinkeln der Fächer, selten sind wandständige Samenleisten in einem 1fächrigen Fruchtknoten entwickelt. Früchte meist kapselartig, aufspringend, selten beerenartig; Samen mit fleischigem, knorpligem, niemals

mehligem Nährgewebe. — Meist Kräuter mit verschiedenartiger, oft zwiebeliger Grundachse und parallelnervigen, meist spiralgestellten Blättern, die am Grunde scheidig entwickelt sind.

1. Unterfamilie *Melanthioideae*.

Blütenstand endständig aus einem Rhizom oder einer Zwiebelknolle; Staubbeutel extrors oder intrors; Frucht eine fach- oder wandspaltige Kapsel.

Die Gattung *Tofjeldia* mit reitenden, distichen Blättern ist hauptsächlich der nördlich gemässigten Zone und dem arktischen Gebiet eigentümlich; *T. calyculata* ist im nördlichen Waldgebiet beider Hemisphären verbreitet. *Veratrum* und seine Verwandten sind durch ihre stark giftigen Eigenschaften ausgezeichnet; dies gilt besonders von *V. album* (Fig. 113), das in Gebirgsgegenden und den nördlichen Teilen von Europa und Asien heimisch ist und früher als *weisse Nieswurz* (*Radix Veratri albi*) offizinell war; sehr stark wirkend ist auch in allen Teilen *Schoenocaulon officinale*, das hauptsächlich in Mexico wächst und einstmals die *Läusesamen* (*Semina Sabadillae*) lieferte. *Gloriosa superba* mit prachtvollen, roten, hängenden Blüten ist nicht bloss eine der schönsten Pflanzen dieser Abteilung, sondern der Monokotyledonen überhaupt; sie ist ein Blattrankenkletterer und im ganzen tropischen Afrika, sowie in Ostindien häufig. *Colchicum autumnale* (Fig. 114), die *Herbstzeitlose*, kommt in ganz Europa mit Ausnahme des östlichen und nördlichen Teiles bis in die Gebirge hinauf auf Wiesen vor. Die Pflanze bringt die fleischroten Blüten im Herbste hervor und erzeugt im Frühjahr Blätter und Früchte, daher nannten sie die Scholastiker „filius ante patrem“; die dicke Knolle und die Samen sind ausserordentlich giftig, die letzteren werden im Arzneischatze geführt (*Semina Colchici*).

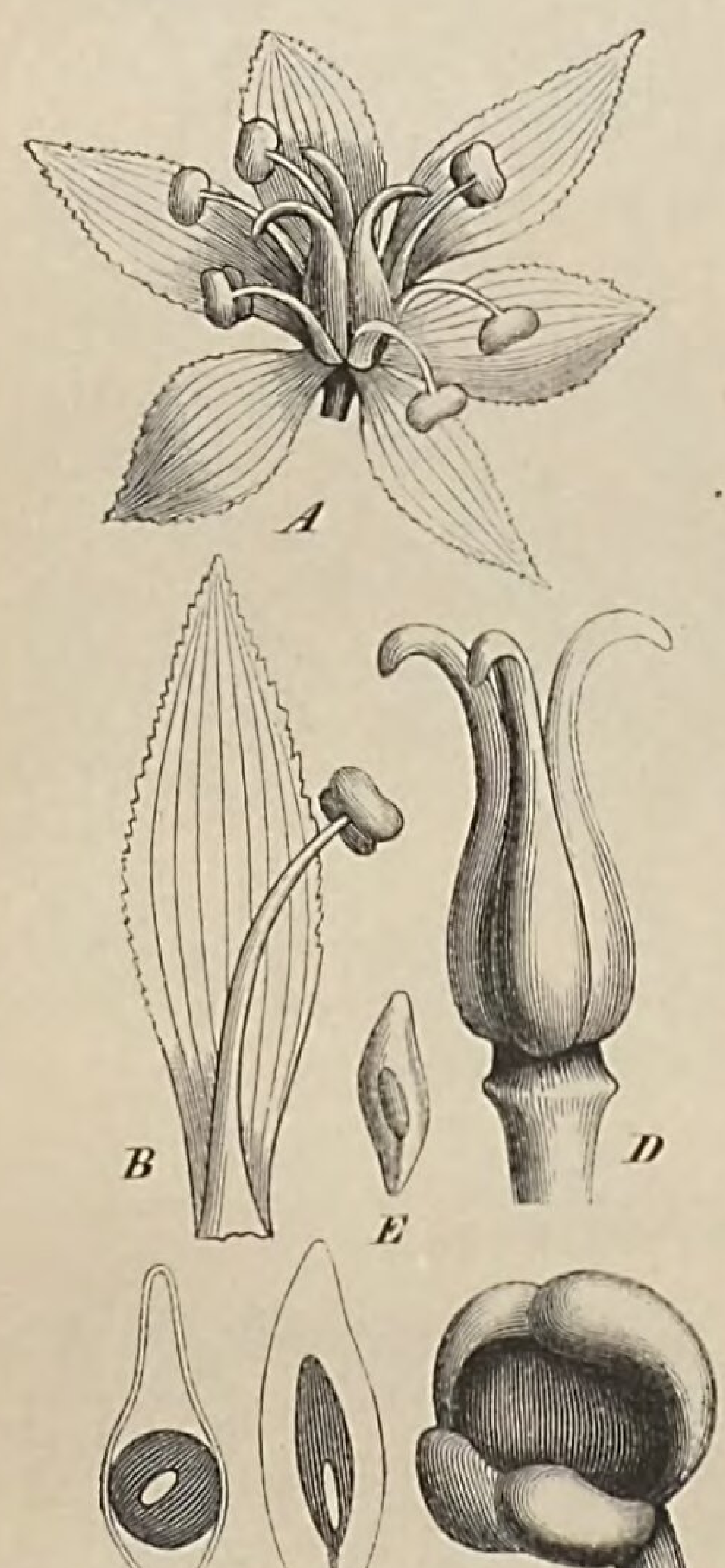


Fig. 113. *Veratrum album*. *A* Blüte (doppelt vergrössert); *B* ein inneres Perigonblatt mit dem vor ihm stehenden Staubblatte; *C* ein geöffneter Staubbeutel; *D* Fruchtknoten; *E* Same; *F* u. *G* derselbe im Längs- und Querschnitte. (Nach Luerssen.)

2. Unterfamilie *Herrerioideae*.

Die unterirdische Knolle erzeugt einen windenden Stengel, an dessen Aesten die Blätter in Büscheln stehen; die Blütenstände entspringen seitlich in grösserer Zahl. Kapsel wandspaltig.

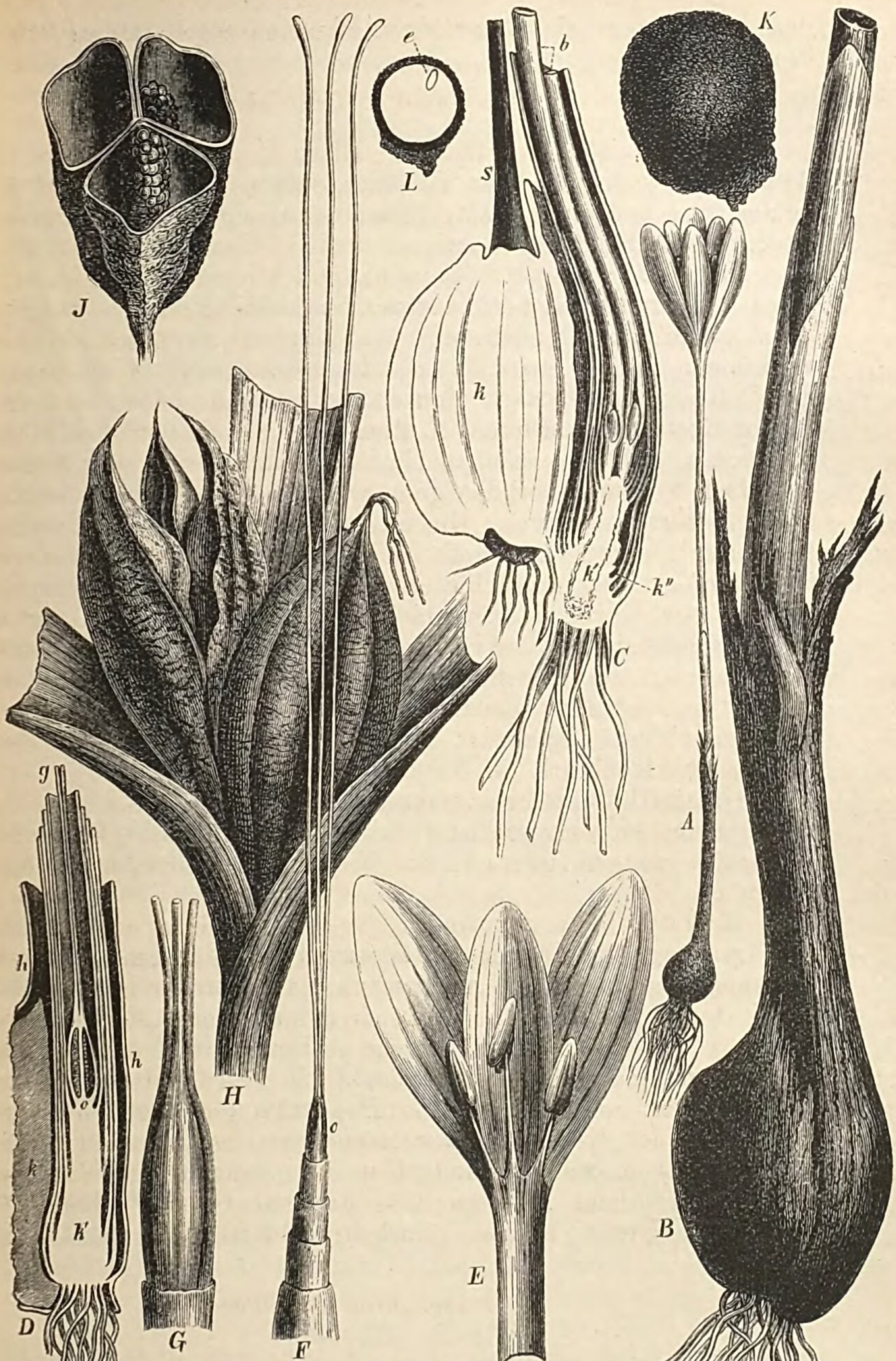


Fig. 114. *Colchicum autumnale.* *A* Blühende Pflanze (auf 1/3 verkleinert); *B* Knolle der blühenden Pflanze; *C* dieselbe im Längsschnitte: *k* die Achse, welche im vorhergehenden Jahre die Blüten und in diesem die Blätter trug; *s* letzte Reste der Blätter; *k'* der Teil, welcher im nächsten Jahre zur Knolle anschwillt und in diesem die Blüten trägt (*b*); *k''* Knospe, aus der im folgenden Jahre die Blüten und Blätter gebildet werden; *D* 1 blütige Pflanze im Längsschnitte; *E* Längsschnitte durch die Blüte; *F* Fruchtknoten mit den 3 langen Griffeln; *G* Fruchtknoten (vergrössert); *H* Fruchtstand mit den umhüllenden Laubblättern; *J* Kapsel im Querschnitte; *K* Same; *L* derselbe im Längsschnitte: *e* Keimling (vergrössert). (Luerssen.)

Hieher gehört nur die südamerikanische Gattung *Herreria*; von den Arten hat *H. Sarsaparilla* aus Brasilien einen rauhen, stachligen Stengel.

3. Unterfamilie *Asphodeloideae.*

Rhizom mit grundständigen Blättern, selten eine Knolle oder Zwiebel; zuweilen besitzen sie einen Stamm mit einem Blattschopfe. Blütenstand endständig, botrytisch, oft rispig. Staubbeutel introrş; Frucht gewöhnlich kapselartig.

Die Gattung *Asphodelus* ist hauptsächlich dem Mittelmeergebiete eigen, *A. fistulosus* hat die weiteste Verbreitung, da sie von Portugal bis Afghanistan gefunden wird. *Anthericum* ist besonders am Kap verbreitet; bei uns zwei Arten, *A. ramosum* und *A. Liliago.* Von der Gattung *Hemerocallis* werden *H. flava* mit gelben und *H. fulva* mit orangefarbenen Blüten in allen Gärten kultiviert, sie sind beide in Europa und Nordasien wild. *Phormium tenax* von Neuseeland, mit stark zygomorphem Perigon, liefert in den Blättern feste Fasern (*neuseeländischer Flachs*). Die Gattung *Aloë* und die ihr verwandten sind durch dicke, fleischige Blätter gekennzeichnet, die bald in zwei geraden oder schraubig gewundenen, bald in mehreren Zeilen stehen; gewöhnlich sind sie am Grunde scheidig; viele Arten werden in Gewächshäusern oder im grossen kultiviert. Ihr Entwickelungszentrum liegt im östlichen Teile des Kaplandes, von hier dringen die Arten nach Madagaskar bis Abyssinien und Sokotra und ins Nigergebiet vor. Eine Art, *A. vera,* ist von den Canaren bis Ostindien, wahrscheinlich bis China verbreitet.

Offizinell ist der eingedickte Saft gewisser Arten, der als *Aloë* im Arzneibuche vorgeschrieben wird. Der wirksame Bestandteil ist ein Harz, das in grossen, das Leptom begleitenden Zellen enthalten ist.

A. Perryi von Sokotra ist die Stammpflanze der besonders in den Apotheken geschätzten *Aloë socotrina;* in grösseren Mengen liefern die kapensischen Arten, *A. africana, A. socotrina* und *A. plicatilis* dieses Harz. Die auch aus Westindien importierte *Aloë hepatica* oder *A. barbadensis* stammt vielfach von *A. vera.* Von Liebhabern werden auch Arten der Gattungen *Gasteria,* durch gekrümmte Blumenkronenröhre ausgezeichnet, *Apicra* und *Haworthia* gezogen. *Xanthorrhoea hastilis* ist der bekannte *„Grasbaum“* von Ostaustralien mit einem kurzen, dicken Stamme und über 1 m langen Grasblättern; der Blütenstand erhebt sich bis 2 m hoch über den Blattschopf; das gelbe Harz wird zu Lacken verarbeitet, die Blätter geben Viehfutter.

4. Unterfamilie *Allioideae.*

Blütenstand terminal von 1—2 grösseren Blättern mehr oder weniger eingeschlossen, doldenartig, aus einem kurzen Rhizom oder einer Zwiebel.

Agapanthus umbellatus vom Kap hat schöne, grosse, blaue, in Dolden gestellte Blüten und wird sehr häufig kultiviert. Die

Gattung *Allium* ist mit fast 300 Arten über die ganze nördlich gemässigte Zone verteilt, besonders reich daran ist Mittelasien. Wegen des allgemein verbreiteten Vorkommens von flüchtigen, scharfen Oelen werden viele Arten als Gemüse und Gewürze kultiviert: Zur Sektion *Porrum,* die durch gezähnte Staubblätter gekennzeichnet wird, gehört der *Knoblauch, A. sativum* mit langgeschnäbelter Blütenstandshülle; die *Perlzwiebeln* sind die in den Blütenständen entwickelten, kleinen Brutzwiebeln einer Varietät derselben Art (*Rocambole,* aus *Rockenbolle* oder *Felsenzwiebel* entstanden). Die *Porrée, A. Porrum,* wird gewöhnlich für eine Form des im Mittelmeergebiete wachsenden *A. Ampeloprasum* angesehen; er hat in dem kugelförmigen Blütenstande keine Brutzwiebeln und enthält nur wenig scharfe Oele. Die übrigen Kulturzwiebeln gehören in die Sektion *Schoenoprasum;* sie sind durch röhrenförmige Blätter und dadurch charakterisiert, dass wenigstens die äusseren 3 Staubblätter zahnlos sind: *A. Schoenoprasum,* der *Schnittlauch,* hat violette Blüten; er ist fast in der ganzen nördlich gemässigten Zone verbreitet; die anderen haben weissgrünliche Blüten. *A. ascalonicum* (*Chalotte*) aus Kleinasien blüht selten bei uns. *A. Cepa,* die gewöhnliche *Zwiebel* oder *Bolle,* hat am Grunde blasig aufgetriebene Blätter; ihre Heimat ist unbekannt. *A. fistulosum,* die *Winterzwiebel,* hat gleichförmig röhrige Blätter und stammt aus Sibirien.

5. Unterfamilie *Lilioideae.*

Aus einer Zwiebel entspringt der endständige, botrytische Blütenstand; die Staubbeutel springen stets nach innen zu auf; die Kapsel ist fachspaltig. Die Gattung *Lilium* ist in der gemässigten Zone beider Hemisphären in ziemlich gleicher Artenzahl vertreten: *L. candidum,* die in allen Gärten schon seit uralten Zeiten kultivierte *weisse Lilie,* stammt aus den Mittelmeerländern. *L. bulbiferum,* die *Feuerlilie,* ist ein an manchen Orten Deutschlands nicht auszurottendes Unkraut des Getreides; beide Arten haben schwach gekrümmte Perigonblätter, die bei *L. Martagon* (*Türkenbund*) dagegen stark zurückgerollt sind. *Fritillaria imperialis,* die *Kaiserkrone,* ist von Persien bis zum Himalaja verbreitet; sie wird in allen Gärten gebaut und ist giftig; trotzdem können die Zwiebeln, wie die der Lilien, gekocht genossen werden. Die Gattung *Tulipa* hat ihr Verbreitungszentrum in Zentralasien, dort wächst auch *T. Gesneriana,* eine der Stammpflanzen der so ausserordentlich vielgestaltigen und vielfarbigen *Gartentulpen;* bei uns kommt nur *T. silvestris* an den Ufern der grösseren Flüsse vor. *Urginea maritima* ist die am Mittelmeer häufige *Meerzwiebel,* deren Grundachse (*Bulbus Scillae*) giftig ist und im Arzneischatze Verwendung findet. Die Gattung *Scilla* ist sehr artenreich in der gemässigten Zone der Alten Welt entwickelt; mehrere sind Zierpflanzen, besonders aber wird die prachtvoll blaue, im allerersten Frühlinge blühende *S. sibirica* aus Osteuropa und Asien bevorzugt. Eine ähnliche Verbreitung hat *Ornithogalum,* deren gemeinste Art, *O. umbellatum,* in einigen Gegenden ein lästiges Ackerunkraut ist.

Hyacinthus orientalis im östlichen Mittelmeergebiete ist der Ausgangspunkt der ausserordentlich verschieden gefärbten und in der Tracht veränderlichen *Gartenhyazinthe.*

6. Unterfamilie *Dracaenoideae.*

Sie sind durch einen mehr oder weniger entwickelten, aufrechten Stamm ausgezeichnet, auf dessen Gipfel ein Blattschopf sitzt; Staubbeutel nach innen aufspringend; Frucht beeren- oder kapselartig. Von der Gattung *Yucca,* die ausschliesslich in Amerika vorkommt, werden mehrere Arten, z. B. *Y. gloriosa,* aus den Vereinigten Staaten, kultiviert. Die *Dasylirion*arten gleichen in der Tracht den Grasbäumen, sie sind mexikanisch; *D. acrotriche* wird bei uns kultiviert, ebenso sind viele Arten und Formen der Gattung *Dracaena* beliebte Stubenpflanzen; sie ist besonders an der Westküste des tropischen Afrikas, aber auch sonst in der Alten Welt verbreitet. *D. Draco* mit vielfach dichotom verästelter Krone von den Canaren ist der berühmte *Drachenblutbaum,* eine der gewaltigsten Pflanzengestalten überhaupt. *Cordyline* hat im Gegensatz zu den Kapselfrüchten der vorigen eine Beerenfrucht; auch von ihr werden mehrere Arten in Gewächshäusern und Zimmern gepflegt (*C. rubra*).

7. Unterfamilie *Asparagoideae.*

Ein gestauchtes oder kriechendes Rhizom erzeugt verzweigte oberirdische Stengel; Frucht beerenartig. *Asparagus officinalis,* der *Spargel,* mit erbsengrossen, roten Beeren wird wegen seiner jungen Sprosse als Gemüse kultiviert. Die Cladodien (Scheinblätter) sind linealisch; bei der kapensischen *A. medeoloides* sind sie dagegen oblong oder eiförmig. *Ruscus Hypophyllum* hat grosse, lederartige, oblonge Cladodien, aus deren Mitte die Blüten hervorbrechen. *Majanthemum bifolium* in der ganzen nördlich gemässigten Zone verbreitet, ist eine der wenigen Liliaceen mit dimerem Blütenbau. *Polygonatum officinale* (*Salomonssiegel*) ist von Mitteleuropa bis zum Himalaja verbreitet, es hat nur 1—2blütige Blütenstände in den Achseln der 2zeilig gestellten Laubblätter. *Convallaria majalis* (*Maiglöckchen*) mit kugelig-glockigem Perigone ist in Europa und Asien bis Japan, sowie im atlantischen Nordamerika verbreitet. *Aspidistra elatior* (*Plectogyne variegata*) aus Japan mit bräunlichen, fleischigen Blüten und grossen, oblongen Blättern ist eine verbreitete, fast unverwüstliche Zimmerpflanze. *Paris quadrifolius* (*Einbeere*) ist in unseren Laubwäldern nicht selten; ihre stahlblaue Beere gilt für giftig.

8. Unterfamilie *Ophiopogonoideae.*

Das kurze oder verlängerte und Ausläufer hervorbringende Rhizom trägt einen Schopf von Grundblättern; Frucht beerenartig mit

fleischiger Testa. *Sanseviera guineensis* ist wie andere Arten der Gattung eine geschätzte Faserpflanze, sie hat lanzettliche, oft weiss panachierte Blätter, die bei *S. cylindrica* fast stielrund und beinahe zwei Finger dick sind.

9. Unterfamilie *Aletroideae.*

Das kurze Rhizom trägt einen Schopf von Grundblättern. Fruchtknoten halbunterständig. Frucht kapselartig, fachspaltig. Hieher gehört nur die in Ostasien und dem östlichen Nordamerika verbreitete Gattung *Aletris* mit *A. farinosa.*

10. Unterfamilie *Luzuriagoideae.*

Das Rhizom erzeugt aufrechte oder kletternde, verzweigte Stengel, oder die hieher zählenden Pflanzen sind Sträucher; am Grunde der Blütenstände befinden sich einige Hochblätter. Frucht beerenartig mit kugeligen Samen. *Lapageria rosea* aus Chile wird wegen der prachtvollen, grossen, fleischigen Blüten in Gewächshäusern kultiviert.

11. Unterfamilie *Smilacoideae.*

Kletternde Sträucher oder Halbsträucher mit deutlich 3- oder 5-, selten mehrnervigen Blättern und kleinen Blüten; Samenanlagen nur 1—2 in jedem Fache. *Smilax* ist eine der grössten Gattungen der Familie, die in den Tropen beider Hemisphären vorkommt; in Europa findet sich nur *Smilax aspera* mit spiessförmigen Blättern. Von einigen amerikanischen Arten werden die ausserordentlich langen, federkieldicken Wurzeln gesammelt und als *Radix Sarsaparillae* im Arzneischatze geführt. Die beste *„Honduras-Sarsaparilla“* stammt von der blühend bisher nicht gekannten *S. ornata*, die *„Veracruz-Sarsaparilla“* dagegen von *S. medica.* Da gute Materialien von beiden Pflanzen fehlen, sind die Abbildungen (Fig. 115) ähnlichen Arten entnommen.

Die fossilen *Liliaceae* sind bei der Schwierigkeit, die Reste von ähnlichen Objekten anderer Gruppen zu trennen, noch sehr wenig gesichert; was als *Yuccites vogesiacus* aus dem Buntsandstein des Elsasses bestimmt ist, dürfte wohl sicher zu den *Cordaitaceae* gehören. *Y. Cartieri* aus dem Tertiär ist dagegen wohl bestimmt eine *Dracaena.* Die vermeintlichen Blätter von *Smilax* können zu sehr verschiedenen Familien gehören; besser als durch sie wird die Anwesenheit der Gattung im Tertiär durch eine weibliche Blüte (*S. baltica*) im Bernstein bewiesen.

Morphologie. Die weit verbreiteten, unterirdischen Grundachsen lassen sich auf 3 Typen zurückführen; auf das kriechende Rhizom, die Zwiebel und die Zwiebelknolle. Bei dem ersteren tritt der Fortsetzungsspross immer aus einem der bodenwärts blickenden Blätter und drängt durch die kräftige Entwickelung die relative Hauptachse beiseite, die sich nach oben wendet und zu einem Blütensprosse wird. Da jeder Spross mit einem adossierten Blatte beginnt,

so ist das zweite, vierte, sechste Blatt fertil; der Fortsetzungsspross liegt immer auf derselben Seite, alle fallen in eine Ebene, daher ist der Typus des Sprossaufbaues sichelartig. Bei den Zwiebeln ist die



Fig. 115. *Smilax pseudosyphilitica.* *A* Zweig der blühenden männlichen Pflanze; *B* Blattbasis mit den Stipularranken; *C* männliche Blüte (vergrössert); *D* Beere; *E* dieselbe im Längsschnitte.

Achse der einzelnen Sprossglieder verkürzt, die Blätter sind fleischig und in ihren Achseln entstehen entweder einzeln oder häufig in grösserer Zahl Seitensprosse, die zu neuen Zwiebeln (Brutzwiebeln) werden. Diese brechen zuvörderst, von einer Hauptzwiebel ausgehend, zu beiden Seiten in seitlich absteigender Folge aus dem in meristematischem Zustande verharrenden Blattachselgrunde hervor und bilden eine collaterale Schar; zuweilen fügen sich auch noch nach unten zu in die Lücken zwischen je zwei ältere Zwiebelchen neue ein, so dass mehrreihige Scharen entstehen. Die Brutzwiebel- (*Bulbillen-*) bildung kann auch zuweilen in den Achseln der Laubblätter beobachtet werden, ja selbst Blütenanlagen geben bei *Allium* sehr häufig Veranlassung zur Zwiebelbildung. Die Zwiebelknolle (tuber) ist ein stark vergrössertes, fleischig gewordenes Zwischenknotenstück, das eine solide Masse darstellt und nur von den abgetrockneten Schalen einzelner Blattscheiden umgeben ist; alle diese fleischigen Gebilde sind Reservemagazine, die bei dem Aufbau der neuen Pflanze ausgesaugt werden.

Bei den *Asparageae* kommt nicht selten eine blattartige Ausbildung von Seitenachsen vor; wenn sie nadelförmig sind, so heissen sie Cladodien (*Asparagus*), wenn sie grösser werden Phyllocladien (*Ruscus*); bei jenen zeigt die Entwickelungsgeschichte, dass die scheinbaren Blattbüschel wickelartig aneinander gereihte Sprossscharen darstellen, deren erste Strahlen vielfach Blüten bilden. Bei *Ruscus* sitzen die Blüten auf den laubigen Phyllocladien, gestützt von einer Schuppe; wird diese grösser und blattartig, so scheint ein Blatt aus dem anderen hervorzugehen.

Die einfachste Blattstellung bei den Liliaceae ist die 2zeilige, bedingt durch die scheidig entwickelten symmetrischen Blattbasen; werden die letzteren asymmetrisch, so entstehen schraubig gewundene Zeilen; schon bei einigen Arten von *Allium* sind gewundene Zweierzeilen zu beobachten, bei *Aloë* finden sich Zweier- (*Aloë Serra*), Dreier- (*A. variegata*), Fünferzeilen (*A. spirella*).

Die Blätter sind stets einfach, zuweilen haben sie aber einen von den typischen Monokotyledonenblättern abweichenden netzigen Nervenverlauf, z. B. bei *Smilax*; diese Gattung trägt auch am Blattstiel fadenförmige, reizbare Anhänge, mit Hilfe deren die Pflanzen klettern; man hat sie mit Nebenblättern homolog gesetzt (Fig. 115 *B*).

Die Blütenstände sind meist botrytisch und endständig, aus Schraubeln zusammengesetzte Dolden erkennt man, wohl hauptsächlich wegen der Aehnlichkeit mit der *Butomus* — Inflorescenz, bei *Allium*. Man nimmt gewöhnlich an, dass diese Dolde von zwei Hüllblättern eingeschlossen sei; in Wirklichkeit ist nur eins vorhanden, das aber durch den sich entwickelnden Blütenstand oft in zwei Teile gespalten wird.

Der Bau der Blüten ist dem normalen Monokotyledonentypus entsprechend; die ersten beiden Blätter des äusseren Perigonkreises liegen vom Deckblatte abgewendet, das dritte vorn; Vorblätter sind vorhanden oder fehlen häufig. Die Blüten sind der Anlage nach stets strahlig, erfahren aber bei weiterer Entwickelung zuweilen eine mehr

oder weniger auffallend zygomorphe Ausbildung (*Gasteria, Hemerocallis* u. s. w.) Sehr stark zygomorph und vielleicht schon der Anlage nach sind die Blüten von *Gilliesia*. Der eine Staminalkreis kann bei den strahligen Liliaceae durch Abort schwinden oder staminodial werden (*Johnsonia*, *Leucocoryne*).

Schon die lebhaften Farben und der oft starke Geruch weisen darauf hin, dass die Liliaceae von Insekten befruchtet werden; der Nektar wird häufig von den in den Scheidewänden des Fruchtknotens liegenden Septaldrüsen secerniert. Die *Yucca baccifera* wird von eigentümlichen Motten befruchtet, welche den Fruchtknoten anstechen und mit Eiern belegen; dabei kneten sie zur Sicherung der Samenentwickelung den Blütenstaub in die Narbe. Der grösste Teil der sich ausbildenden Samen dient den Raupen zur Nahrung. *Phormium tenax* wird wahrscheinlich von den Kolibri-ähnlichen Nektarinien befruchtet.

33. Familie. Haemodoraceae.

Durch den unterständigen Fruchtknoten von der vorhergehenden, durch das nur aus einem epipetalen Kreise bestehende Androeceum von der folgenden verschieden, ist diese Familie hauptsächlich den Tropen beider Hemisphären zugehörig.

34. Familie. Amaryllidaceae.

Blüten zwittrig, strahlig oder zygomorph, pentacyklisch mit gefärbtem Perigon und meist introrsen Staubbeuteln. Fruchtknoten unterständig, 3fächerig, die Samenanlagen sind winkelständig. Der kleine Keimling liegt in einem fleischigen Nährgewebe. — Kräuter mit gewöhnlich zwiebeliger Grundachse, 2zeilig, seltener spiralig gestellten Blättern und meist ansehnlichen, einzelnen, botrytisch oder cymös geordneten Blüten.

A. Zwiebelgewächse mit einem auf einer blattlosen Achse (Schaft) befindlichen, doldenartigen Blütenstande, der von einer Hülle umfasst wird, oder einer terminalen Einzelblüte 1. Unterfamilie *Amaryllidoideae*.

B. Grundachse von einer Rosette häufig grosser, fleischiger Blätter gekrönt; Blütenstand traubig oder rispig, beblättert, unbehüllt 2. Unterfamilie *Agavoideae*.

Zu den *Amaryllidoideae* gehört die Gattung *Haemanthus*. Sie ist ausschliesslich afrikanisch, besonders kapensisch, viele Arten sind stark giftig (*H. toxicarius*); einige werden wegen ihrer schönen Blüten vielfach kultiviert (*H. puniceus*). *Galanthus nivalis* (*Schneeglöckchen*) mit inneren kürzeren, umgekehrt herzförmigen und *Leucojum vernum* (*Märzbecher*) mit 6 gleichförmigen Perigonzipfeln sind unsere ersten Frühlingsblüher; von beiden ist die Zwiebel giftig. *Amaryllis Belladonna* die einzige Art der Gattung, vom Kap, wird häufig kultiviert, gewöhnlich werden aber unter dem Namen Amaryllis *Sprekelia formosissima* aus Mexiko oder Arten der Gattung

Hippeastrum gezogen. Die Gattung *Narcissus,* durch eine Nebenkrone ausgezeichnet, liefert ebenfalls viele Zierpflanzen wie die *weisse Narzisse* (*N. poëticus*) und *die gelbe* (*N. Pseudonarcissus*). Zu den Agavoideae zählt die Gattung *Agave* mit über 50 Arten, sie ist ausschliesslich amerikanisch, wenn schon einige Arten, besonders *A. americana,* gegenwärtig im Mittelmeergebiet weit verbreitet sind. In ihrer Heimat Mexiko ist sie eine der wichtigsten Nutzpflanzen, deren junge Blätter gegessen werden, und aus deren Blattfasern ein festes Gespinst (Pita) gewonnen wird; die Pulque, ein Nationalgetränk der Bewohner der Hauptstadt Mexiko, ist der vergorene Saft von weissbierähnlichem Aussehen, welcher aus der Schnittwunde in reichlichem Masse hervorquillt, sobald die Blütenstandsknospe entfernt wird. Von den *Hypoxideae* wird *Curculigo recurvata* aus Malesien häufig in Zimmern kultiviert und fälschlich für eine Palme gehalten.

Morphologie. Der Sprossaufbau und die Blattstellung stimmen in den wesentlichsten Zügen mit denen der Liliaceae überein; nur die Gruppe der Hypoxideae hat eine Disposition der Blätter in 3 sanft gewundenen Zeilen. Die Blütenstände beschliessen immer die Achsen, also auch bei *Galanthus* und *Leucojum*, wo man bisher seitenständige Sprosse in ihnen zu erkennen glaubte; die letzten Blätter der Achse bilden zuweilen eine Hülle (*Haemanthus*); bei *Leucojum* und *Galanthus* verschmelzen sie miteinander und werden zur Spatha. Selten sind die Blüten einzeln, meist werden sie zu manchmal sehr reichblütigen Inflorescenzen verbunden, die dann in ihren letzten Ausstrahlungen wickelig oder schraubelig sein können. Der strahlige Bau herrscht in ihnen vor, doch kommt auch Zygomorphie vor, wobei die Symmetrale in die Wickelachse fällt. An Stelle der Blüten finden zich zuweilen Bulbillen (Arten von *Agave* und *Fourcroya*), die manchmal sogar an Stelle der Samenanlagen im Fruchtknoten auftreten (*Nerine*). Ueber die Nebenkrone von *Narcissus* und Verwandten ist man verschiedener Meinung; die einen halten sie für einen aus der Verwachsung von Stipularzähnen der Staubgefässe hervorgegangenen Anhang, andere betrachten sie als metamorphosierten besonderen Staubblattkreis, noch andere als Discusbildung.

Die Befruchtung wird wohl durchgehends von Insekten vermittelt; Farbe und Gestalt der Blume, häufiger Wohlgeruch und reichliche Honigabsonderung sind die Anziehungsmittel; oft wird der Honig aus Septaldrüsen abgeschieden. Künstliche Bastarde sind von den Kulturpflanzen häufig gewonnen worden, natürliche kommen bei *Narcissus* vor.

35. Familie. Velloziaceae.

Sie sind eine nur in Brasilien, Südafrika und Madagaskar vorkommende Familie, die durch ihre Anpassung an trockene Standorte (lederartige, oft sich zusammen rollende Blätter und starke Sklerose aller Teile) ausgezeichnet ist. Viele sondern derartige Mengen von Harz aus, dass ihre dichotomen Stämme wie Fackeln brennen. Die Gattung *Barbacenia* ist beiden Erdteilen gemeinschaftlich.

36. Familie. Taccaceae.

Eine in der äusseren Tracht an gewisse *Araceae* erinnernde Familie, die hauptsächlich in Malesien und dem südlichen China mit 2 Gattungen vorkommt. Wichtig ist nur *T. pinnatifida*, deren stärkemehlreiche Knollen den Bewohner Ostasiens und Polynesiens geschätzte Lebensmittel (*Taro*) und dem Handel ein gutes *Arrowroot* liefern.

37. Familie. Dioscoreaceae.

Sie steht zu den Amaryllidaceae etwa in demselben Verhältnisse wie die Smilacoideae zu den Liliaceae. Wichtig sind für sie die häufig diklinen Blüten, der unterständige Fruchtknoten und die in der Regel vorhandenen Kapselfrüchte, nur die wenig gekannten *Stenomerideae* haben oft Beerenfrüchte. Die kletternden oder windenden Gewächse sind durch nieren- oder pfeilförmige, handnervige und netzaderige Blätter gekennzeichnet.

In Europa ist sie durch 2 Gattungen vertreten: *Tamus* mit *T. communis* ist in ganz West- und Südeuropa häufig und *Borderea* mit *B. pyrenaica* ein kleines Kraut der Pyrenäen. *Dioscorea* ist eine grosse, tropische Gattung, aus der einige Arten, z. B. *D. sativa,* besonders aber *D. Batatas* als *Yams* oder *Igname*, der grossen Knollen halber kultiviert werden.

Morphologie. Die „Knollen" der Dioscoreaceae sind verschiedener Homologie; bei der *Yams* sind die Wurzeln angeschwollen, bei dem *Hottentottenbrot* (*Testudinaria elephantipes*) ist die Knolle das verdickte hypokotyle Glied. Der Bau der Stämme zeigt wegen der radialen Lagerung der Gefässbündel eine Annäherung an die Dikotyledonen, die auch durch die Beschaffenheit der Blätter bekräftigt wird. Jene Vorstellung dagegen, welche diese Familie mit 2 Kotyledonen begabt hat, ist als eine irrtümliche nachgewiesen worden.

38. Familie. Iridaceae.

Blüten zwittrig, entweder strahlig oder zygomorph mit 2 oft verschiedenen Blütenhüllkreisen. Staubblätter stets 3 mit nach aussen aufspringenden Beuteln. Fruchtknoten unterständig, vollkommen 3fächerig. Samenanlagen viele in jedem Fache, den innenwinkelständigen Samenleisten angeheftet, anatrop. Griffel einfach, am Ende in 3 meist verbreiterte Narbenstrahlen ausgehend. Die kapselartige Frucht springt fachspaltig auf; die Samen sind häufig scheibenförmig und enthalten einen kleinen Keimling, der von knorplig hartem Nährgewebe umschlossen wird. — Kräuter mit oft 2zeilig gestellten, scheidigen, reitenden Blättern und einzelnen oder zu traubigen oder rispigen Infloreszenzen vereinten Blüten.

A. Blüten einzeln, endständig oder von solchen aus Laubblättern in absteigender Folge begleitet; Blätter spiral gestellt an knolliger Grundachse 1. Unterfamilie *Crocoideae*.

B. Blüten in 2zeiligen Rispen, 2 bis mehrere Blüten von einem Deckblatte umschlossen; Blätter 2zeilig, reitend an entwickelter Achse 2. Unterfamilie *Iridoideae.*

C. Blüten in einer 2zeiligen Traube, einzeln in jedem Deckblatte; Blätter 2zeilig 3. Unterfamilie *Ixioideae.*

Die Gattung *Crocus* ist mit mehr als 60 Arten hauptsächlich im Mittelmeergebiet entwickelt; bei uns wächst nur *C. banaticus*

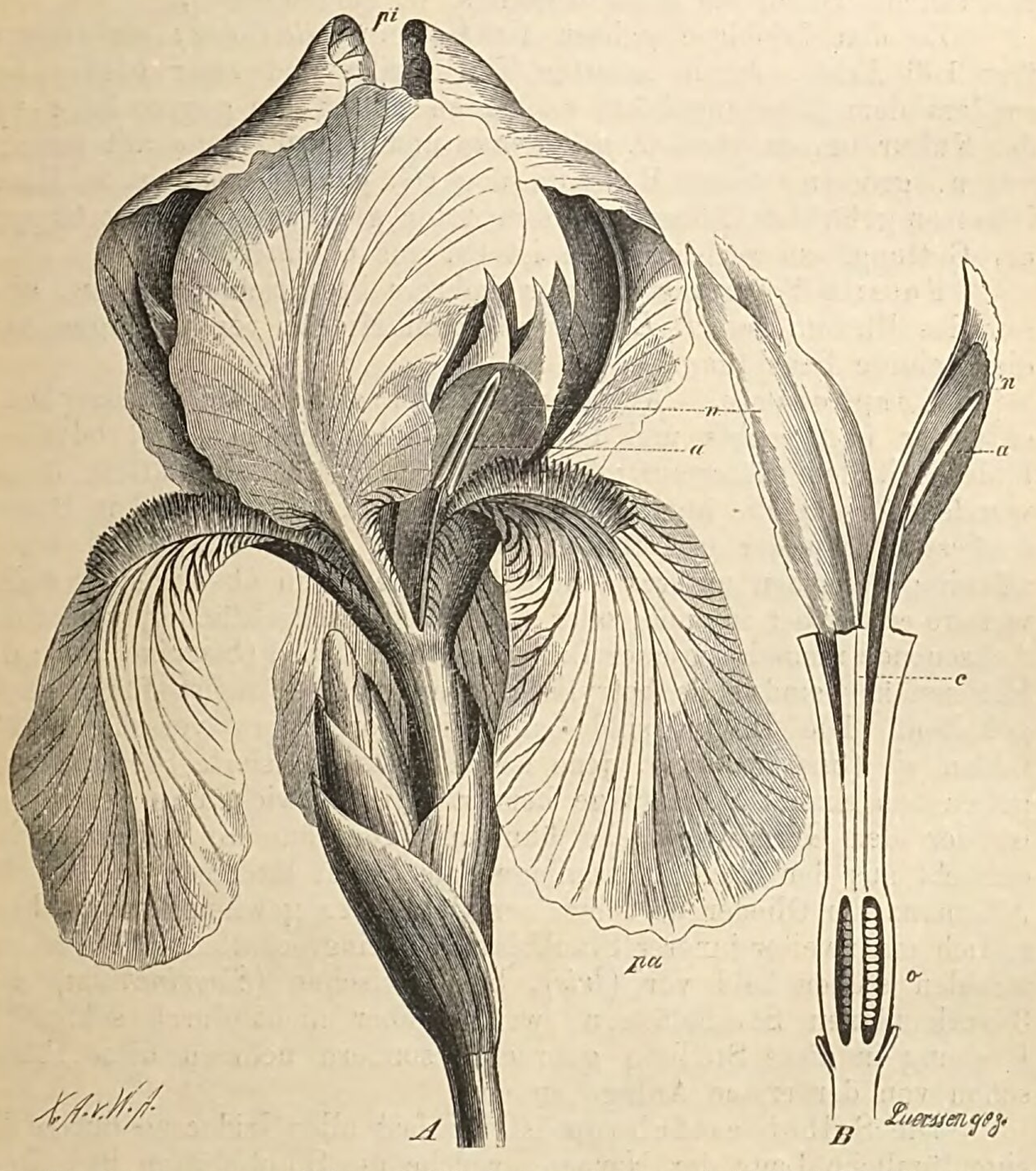


Fig. 116. *Iris florentina.* *A* Blüte und Blütenknospe; *B* Längsschnitt durch Fruchtknoten und Narbe: *pa* äusserer, *pi* innerer Perigonblattkreis, *a* Staubblatt, *n* Narbe, *c* Griffel, *o* Fruchtknoten, der so angeschnitten ist, dass 2 von den Fächern geöffnet sind. (Nach Luerssen.

wild; als sehr zeitige Frühlingsblüher werden *C. aureus, C. biflorus* u. a. allgemein in den Gärten kultiviert. *C. sativus*, dessen getrocknete, dütenförmig eingerollte Narbenstrahlen den *Safran* liefern, ist bis jetzt nirgends wild gefunden; er ist stets steril und wird nur durch die Brutknöllchen vermehrt. *Iris* ist ebenfalls hauptsächlich

dem Mittelmeergebiete eigen, geht aber bis tief nach Asien hinein und findet sich auch in Amerika. Häufig ist bei uns und sonst auch weit verbreitet *I. Pseud-acorus* (*Gelbe Schwertlilie*), die durch oberseits kahle Perigonblätter gekennzeichnet wird; *I. florentina* (Fig. 116) und *I. germanica* sind dagegen auf den äusseren Perigonblättern längs des Mittelnerven behaart; beide geben in dem Rhizom das offizinelle *Rhizoma Iridis* (die *Veilchenwurzel*). Von der in Amerika vertretenen Gattung *Sisyrinchium* ist *S. bermudianum* in Australien, Irland, bei Hamburg u. s. w. eingebürgert.

Zu den Ixioideae gehört die Gattung *Gladiolus;* sie umfasst fast 100 Arten, deren grösster Teil Afrika und zwar wieder besonders dem Kap angehört; zu diesen zählen die gegenwärtig von der Kultur bevorzugten *G. psittacinus* und *G. cardinalis* mit prachtvollen, grossen, durch Bastardierung (*G. gandaviensis*) in zahllosen Nuancen gefärbten Blüten. Unsere Arten gehören in dieselbe Gruppe der Gattung, am verbreitetsten ist bei uns *G. imbricatus.*

Fossile Formen sind zwar mehrere beschrieben worden, aber nur das Rhizom von *I. Escheri* aus dem Miocän von Oeningen verdient einige Beachtung.

Morphologie. An dem Rhizom stehen die Niederblätter entweder in 2 rechts und links geordneten Zeilen (*Iris*) oder sie bilden mit den später auftretenden, bescheideten Laubblättern 3 gewundene Zeilen, die ähnlich der *Pandanus*stellung sind. Die Blüten schliessen entweder unmittelbar die Achse ab (*Crocus, Iris*), wobei allerdings aus den unteren Laubblättern noch in absteigender Folge weitere erscheinen können, oder sie sind echt achselständig, wobei das Achsenende niemals zu einer Blüte verbraucht wird (*Sisyrinchium*); die Blütenstände sind stets botrytisch, werden aber meist für Fächeln gehalten. Die Blüten sind bald mit Vorblättern versehen, bald fehlen sie (*Sisyrinchium*), jene haben stets adossierte Stellung und gehen aus einer Doppelanlage hervor. Die Entwickelung der Blüten ist der der Gramineen sehr ähnlich. Der äussere Perigoncyklus entsteht aus den Staubgefässanlagen als basale Excrescenz. Um die Alternanz der Glieder der einzelnen Cyklen zu gewinnen, wird theoretisch ein zweiter innerer Staubblattkreis eingeschaltet. Die Narbenstrahlen stehen bald vor (*Iris*), bald zwischen (*Sisyrinchium*) den 3 vorhandenen Staubblättern, werden aber nicht durch sekundäre Drehung in diese Stellung gebracht, sondern nehmen diese Plätze schon von der ersten Anlage an ein.

Die Selbstbestäubung ist bei fast allen Iridaceae durch die eigentümliche Lage der Narben, welche die Staubblätter bedecken, unmöglich gemacht; Honig, Blütengrösse und Farbe weisen auf die Uebertragung des Pollens durch Insekten hin.

9. Reihe. Scitamineae. *(Arillatae.)*

Blüten 3gliederig, mit doppelter, gleich- oder verschiedenfarbiger Hülle, gewöhnlich epigyn und sehr unregelmässig. Das Androeceum ist meist bis auf ein Staubblatt reduziert. Samen

gross, häufig mit einem Samenmantel und mit doppeltem Nährgewebe versehen.

39. Familie. Musaceae.

Blüten zwittrig oder oft durch Fehlschlag eingeschlechtlich, pentacyklisch, zygomorph mit Perigon. Fruchtbare Staubblätter sind oft nur 5 entwickelt, das hintere unpaare fehlt oder ist nur staminodial entwickelt. Fruchtknoten unterständig, 3fächrig, mit 1—∞ Samenanlagen für jedes Fach. Der Griffel ist frei und trägt am Ende eine meist dicke, 3lappige Narbe. Die Frucht ist beeren- oder kapselartig. Die Samen sind nicht selten von einem Mantel umgeben. — Krautige, oft sehr hohe Gewächse; seltener ist ein wahrer holziger Stamm entwickelt, meist bleibt derselbe krautig, wird aber durch die dicke Umhüllung von Blattscheiden ansehnlich. Blätter in zwei gewundenen oder geraden Zeilen angeordnet, gross, im Alter meist zerschlitzt. Blütenstand endständig, seltener seitenständig, meist zusammengesetzt, die Spezialblütenstände von grossen, gefärbten, spathaartigen Deckblättern gestützt.

A. Fruchtfächer vielsamig; Blüten in serialen, zuweilen vielfach übereinander stehenden Scharen oder in Wickeln, bei ersteren mit dem äusseren, unpaaren Perigonblatt nach oben gewendet 1. Unterfamilie *Museae.*

B. Fruchtfächer einsamig; Blüten einzeln in den Deckblättern, wickelig angeordnet, mit dem unpaaren, äusseren Perigonblatt nach hinten gewendet 2. Unterfamilie *Heliconieae.*

Zu den *Museae* gehört die wichtigste Gattung *Musa,* in welche die Hauptnahrungspflanze der Tropenbewohner, *M. sapientium* (*Banane, Plantain*), zählt. Sie umfasst eine grosse Zahl von Varietäten (hierunter auch *M. paradisiaca*), welche alle völlig samenlose Früchte besitzen, so dass das Gewächs nur auf vegetativem Wege vermehrt werden kann. Die einzelnen Formen geben Früchte, die zuweilen nur in gekochtem, zuweilen aber auch in rohem Zustande geniessbar sind; sie sind sehr süss und dem Geschmacke nach gewürzigen Birnen am ähnlichsten; auch geistige Getränke bereitet man aus ihnen. Aus *M. textilis* von den Philippinen wird ein fester Hanf *Manilahanf*) gemacht. *M. Ensete,* eine Riesenstaude, deren „Stamm“ bis 0,5 m Durchmesser hat, aus Abyssinien, wird als Zierpflanze häufig kultiviert. Die *Bananen* sind durchgehends der Alten Welt eigen; da die samenlosen Kulturpflanzen von den Entdeckern Amerikas bereits bei den dortigen Eingeborenen vorgefunden wurden, hat man auf einen vorcolumbianischen Verkehr beider Kontinente schliessen wollen. *Ravenala madagascariensis* aus Madagaskar mit hohem Stamme und gestielten Blättern ist der prächtige *„arbre des voyageurs“,* aus dessen Blattscheiden die Howas Wasser zapfen. Die *Heliconieae* umschliessen nur die Gattung *Heliconia,* deren bekannteste Art *H. Bihai* durch Blüten in lebhaft roten Scheiden gekennzeichnet und in Westindien heimisch, aber seit Jahrhunderten schon auf den Molukken eingebürgert und jetzt auch in Neu-Caledonien und Neu-Guinea vorhanden ist.

Morphologie. Die Blattstellung der Gattung *Musa* ist nicht nach den Brüchen der Hauptreihe geordnet, sondern wird durch andere Brüche ausgedrückt ($^2/_7$, $^3/_{10}$ u. s. w.); sie lässt sich leicht dadurch wiedergeben, dass die Blätter ähnlich denen von *Pandanus* in 3 gewundenen Zeilen stehen; die übrigen Gattungen haben 2zeilige Stellung; dasselbe Verhältnis bleibt auch im Blütenstande bezüglich der Anordnung der Deckblätter bestehen. In diesen bilden die Blüten entweder nackte seriale Scharen, indem sie von der vor der Mediane gelegenen Hauptblüte nach rechts und links in einfachen oder doppelten Reihen absteigen (*Musa*), oder sie sind zu beblätterten Wickeln verbunden (die übrigen Gattungen). Die Symmetrale liegt in den Blüten der ersten Gattung parallel mit der Mediane, in der zweiten parallel mit der Wickelachse. Die Blüten zeigen bei ihrer Zygomorphie immer einen Defekt des unpaaren nach rückwärts gerichteten Gliedes eines Staminalkreises.

Die Befruchtung wird stets durch Insekten oder durch Vögel vermittelt, der Honig aus Septaldrüsen ausgeschieden.

40. Familie. Zingiberaceae.

Blüten zwittrig, zygomorph mit doppelter, kelch- und kronenartiger Blütenhülle; der Kelch gewöhnlich 3zähnig, nicht selten einseitig aufgespalten. Nur 1 Staubblatt ist entwickelt, dessen Mittelband oft verbreitert und verlängert ist; ihm gegenüber befindet sich stets 1 Staminod in der Form eines corollinischen Blattes (Labellum), ausserdem sind noch 2 andere, bald nur als zahn-, bald als blumenblattartige Zipfel vorhanden. Fruchtknoten unterständig, 3fächerig mit vielen innenwinkelständigen Samenanlagen; der Griffel ist dünn und liegt zwischen den beiden Beutelhälften, er geht in eine mehr oder weniger deutlich trichterförmige, oft gefranste Narbe aus. Früchte kapselartig. Samen mit einem Mantel versehen; das Perisperm ist mehlig und umschliesst ein dünnes, knorpliges Endosperm. — Kräuter mit unterirdischer, knolliger oder kriechender, oft aromatischer Grundachse und hochscheidigen Blättern; zwischen Scheide und Spreite steht häufig ein Blatthäutchen (Ligula). Die Blüten finden sich einzeln oder gepaart in der Achsel von Deckblättern und bilden kolbenförmige oder traubige Inflorescenzen.

A. Fruchtknoten 3fächerig.
 a) Seitenstaminodien blumenblattartig — 1. Tribus *Hedychieae*.
 b) Seitenstaminodien zahnartig, zuweilen fehlend — 2. Tribus *Zingibereae*.
B. Fruchtknoten 1fächerig — 3. Tribus *Globbeae*.

Zu den Hedychieae gehören eine Reihe offizineller und ökonomisch wichtiger Pflanzen: *Curcuma longa* ist heute nirgends mehr in wildem Zustande anzutreffen, doch ist die Heimat zweifellos in dem südöstlichen Asien zu suchen; sie liefert die *Curcumawurzel* (*Rhizoma Curcumae*). Das *Rhizoma Galangae* kommt von *Alpinia*

officinarum, die erst vor kurzem auf Hainan wild gefunden worden ist. Sie gehört wie die folgenden zu den *Zingibereae*. Den *Ingwer* (*Rhizoma Zingiberis*) liefert das ebenfalls nur kultiviert bekannte



Fig. 117. *Zingiber officinale.* Pflanze mit Blatt- und Blütenspross. *A* Blüte; *B* Staubgefäss mit dem zwischen den Beutelhälften hindurchgehenden Griffel; *C* Labellum mit den 2 zahnartigen Gliedern des äusseren Staubblattkreises; *D* Fruchtknoten mit den 2 stiftförmigen Honigdrüsen; *E* Griffelspitze und Narbe. (Nach Luerssen.)

Zingiber officinale (Fig. 117); die *Cardamomen* werden von *Elettaria Cardamomum* gesammelt, die auf der Westküste Vorderindiens, an

einzelnen Orten in grossen Massen, wild gefunden wird; in Afrika wächst *Amomum Melegueta*, welches die früher nicht unwichtigen Paradieskörner (*Grana Paradisi*) gibt.

Die *Globbeae* sind zum Teil durch abenteuerliche, den Orchidaceen ähnliche Blütengestalten ausgezeichnet (*Mantisia saltatoria*).

Morphologie. Die Blattstellung ist gewöhnlich 2zeilig; die beiden Gattungen *Costus* und *Tapeinochilus* aber haben eine sehr merkwürdige, sonst nicht wieder im Pflanzenreich begegnende Disposition, die an derselben Pflanze wechselnd, durch $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{9}$ ausgedrückt werden kann, d. h. auf einen Spiralumgang kommen wendeltreppenartig aufsteigend 5—9 Blätter; bei *Costus spectabilis* aus Afrika sind sogar 4 Blätter nach $^1/_4$ disponiert. In den Achseln der oft prachtvoll gefärbten Deckblätter stehen entweder Einzelblüten oder Paarlinge, bisweilen wickelartig verkettete, vorblattlose, oder mit Vorblättern versehene Blüten. Bringt man die Blüten in Analogie mit der typischen, pentacyklischen Monokotyledonenblüte, so ist das Labellum homolog mit 2 Staubblättern des inneren Staubblattkreises, das dritte Glied eben desselben ist fertil; die beiden anderen zuweilen petaloid, zuweilen nur als Zähnchen entwickelten (Fig. 117 *C*), innerhalb des Perigons befindlichen Blätter sind die beiden dorsalen Glieder des äusseren Staubblattkreises. Stiftförmige, epigyne Drüsen (Fig. 117 *D*) zur Honigabsonderung hat man früher oft für Staminodien und Stylodien angesehen; sie fehlen regelmässig bei *Costus*, einer Gattung, die dafür Septaldrüsen besitzt. Bei *Globba marantacea* werden die meisten Blütenanlagen in Brutknöllchen umgebildet, deren Hauptteil eine üppig entwickelte Wurzel darstellt.

Die Befruchtung wird durch Insekten vermittelt.

41. Familie. Cannaceae.

Sie umfasst nur die eine, hauptsächlich in Südamerika entwickelte, mit einer Art aber auch in der Alten Welt wohl sicher ursprünglich heimische Gattung. Die Blüte ist im höchsten Masse asymmetrisch, denn sie lässt sich durch keine Ebene in zwei spiegelbildlich gleiche Teile zerlegen. Die Unterlippe (Labellum) wird durch ein dem Kappenblatt der Marantaceen entsprechendes Gebilde dargestellt. Von der vorhergehenden Familie sind sie durch 1fächrige Staubbeutel, von der folgenden nur durch viele Samenanlagen verschieden. Die Blüten stehen gepaart in der Achsel von Deckblättern, die an der 3kantigen Spindel 3 schräge Zeilen bilden. *Canna indica* gehört beiden Hemisphären an und wird sehr häufig mit anderen Arten und Bastarden in Gärten kultiviert; die stärkemehlreichen Knollen einzelner Arten werden gegessen. Die Samen der Gattung zeigen deutliche Spaltöffnungen.

42. Familie. Marantaceae.

Die Blüten derselben schliessen sich an die der vorigen Familie an; auch hier ist das Androeceum hochgradig differenziert; nur

ein Staubblatt ist fertil, welches seiner Stellung nach dem inneren Kreise angehört; dabei ist es stets in einer Hälfte petaloid entwickelt und der Staubbeutel daher nur 1 fächrig. Die den beiden anderen inneren Staubblättern homologen Körper heissen das Schwielenblatt und das Kappenblatt, das letztere wird zum Labellum. In der Regel ist noch ein Blatt innerhalb des Perigons entwickelt, welches ein mit dem fertilen Staubblatt abwechselndes Glied des äusseren Staubblattkreises ist; dazu kommt auch wohl noch (*Calathea*) ein zweites zu ihm symmetrisch gestelltes.

Die Gattung *Calathea*, mit nahe an 70 Arten hauptsächlich dem tropischen Amerika eigen, wird wegen der prächtig buntfarbigen Blätter häufig in Gewächshäusern kultiviert (z. B. *C. zebrina*), dasselbe gilt von *Maranta* (*M. bicolor*); *M. arundinacea* liefert aus der Grundachse den grössten Teil des unter dem Namen *Arrow-root* in den Handel kommenden Stärkemehles.

Die Befruchtung wird durch Insekten vermittelt, bei deren Besuch ein eigentümlicher Schnellapparat ausgelöst wird. Der Griffel wird nämlich vom Kappenblatt umfasst; nach und nach erfährt er eine hochgradige Spannung; die leiseste Berührung durch ein Insekt genügt, um das Blatt zu entfernen, worauf der Griffel rückwärts überschlägt. Der Honig wird durch Septaldrüsen ausgeschieden.

10. Reihe. Microspermae.

Blüten zwittrig, mit doppelter, gleich- oder verschiedenfarbiger Hülle, epigynisch, meist zygomorph; Androeceum gewöhnlich stark, oft bis auf 1 Staubblatt reduziert. Samen sehr klein, mit meist winzigem, unentwickeltem Keimlinge; Nährgewebe meist fehlend.

43. Familie. Burmanniaceae.

Sie ist eine kleine Gruppe tropischer Gattungen, die grossenteils chlorophyllose Humusbewohner umfassen und zuweilen durch höchst merkwürdige Zierraten und Anhängsel des Perigons auffallen. Die Gattung *Burmannia* begreift auch Arten mit chlorophyllhaltigen Grasblättern, z. B. *B. disticha* aus Süd-Asien und Australien.

44. Familie. Orchidaceae.

Blüten zwittrig, zygomorph mit einem doppelt 3zähligen Perigon, dessen Glieder zuweilen sehr ungleich geformt sind. Staubblätter entweder einzeln oder gepaart, sehr selten 6 fertile, die anderen fehl geschlagen oder staminodial entwickelt; der Pollen jedes Faches zu einer wachsartigen Masse verbunden (Pollinium). Fruchtknoten unterständig, aus 3 Blättern zusammengesetzt, 1-, selten 3fächrig. Narbe meist auf der Säule, welche die Staubblätter trägt, sitzend, der unpaare Lappen ist oft nicht empfängnisfähig und bildet den Schnabel (Rostellum). Frucht kapselartig mit sehr zahlreichen, äusserst winzigen Samen, die einen unvollkommenen, meist formlosen Keim-

ling ohne jegliches Nährgewebe umschliessen. — Eine ausserordentlich gestaltenreiche Familie von krautartigen, zuweilen saprophytischen und chlorophyllosen, meist aber grünen, häufig epiphytischen Gewächsen, deren Blätter fast stets 2zeilig geordnet und am Grunde mit Scheiden versehen sind. Die oft phantastischen, an Schmetterlinge und andere Insekten erinnernden Blüten stehen gewöhnlich in Trauben, sonst aber auch in Rispen oder Aehren, selbst in Kolben.

1. Unterfamilie *Diandrae.*

Regelmässig sind mindestens 2 Staubblätter normal entwickelt, zu denen zuweilen noch ein drittes kommt; die Narbenlappen sind sämtlich empfängnisfähig. Hieher zählen 2 Tribus: die *Apostasieae* mit fast strahlig gebauten Blüten, die nur in Malesien wachsen (*Neuwiedia veratrifolia* von Java mit 3 Staubblättern) und die *Cypripedileae* mit zygomorphen Blüten. Bei uns kommt nur die Gattung *Cypri-*

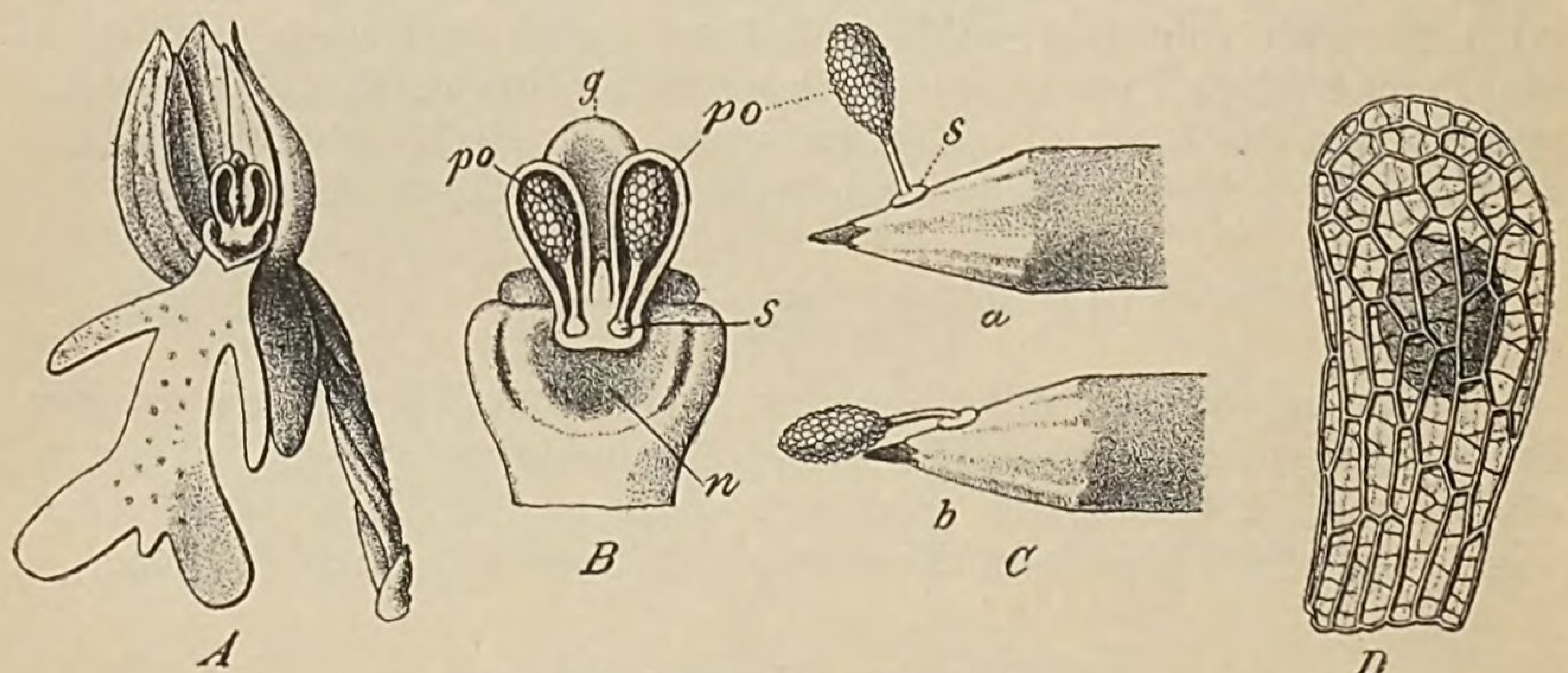


Fig. 118. *Orchis mascula.* *A* Blüte; *B* Geschlechtsapparat; *C* Entnahme der Pollinien *po* mit Hilfe eines Bleistiftes, der hier wie sonst ein Insektenkopf wirkt, *a* erste Stellung, *b* zweite Stellung; *D* Same.

pedilum mit *C. Calceolus* vor; viele Arten aber gehören zu den schönsten Gewächsen unserer Warmhäuser, wie das durch 60—75 cm lange, schmale Perigonblätter ausgezeichnete *Paphiopedilum caudatum.*

2. Unterfamilie *Monandrae.*

Fast ausnahmslos ist nur 1 Staubblatt fruchtbar; nur die paarigen Narbenlappen sind empfängnisfähig, der unpaare gewöhnlich zum Rostellum entwickelt.

1. Gruppe *Basitonae.* Die Pollinien laufen nach der Basis zu in Caudiculae aus, welche mit den Glandulae des Rostellums in Verbindung stehen; Staubfäden kurz und breit, die Antheren fallen nicht ab. In diese Gruppe gehört der grösste Teil unserer heimischen Orchidaceae, vor allem die Tribus der *Ophrydinae* mit der grossen, mehr als 70 Arten umfassenden Gattung *Orchis,* von der *O. militaris* in Europa, im Orient viele andere Arten insofern offizinell sind,

als die angeschwollenen Wurzeln unter dem Namen *Tubera Salep* Verwendung finden. *Nigritella angustifolia* wächst auf den Alpen und wird wegen der Färbung der Blüten *Bräunele* genannt. *Platanthera bifolia* und *Pl. montana,* durch das ganze gemässigte Europa und Asien verbreitet, zeichnen sich wie die vorige durch starken Wohlgeruch aus. Die Gattung *Habenaria,* eine der grössten der Orchidaceae überhaupt, vertritt die letzterwähnte in den Tropen.

2. Gruppe *Acrotonae.* Entweder haben die Pollinien keine Caudiculae, oder diese sind nach der Antherenspitze hin gewandt. Zu dieser Abteilung zählt der bei weitem grösste Teil der Familie, vor allem zahlreiche Epiphyten. *Vanilla planifolia* (*Vanille*) mit dick fleischigen Blättern und grünen, ansehnlichen Blüten. Die Früchte werden vor der völligen Reife abgenommen und entwickeln erst im Trocknen ihr feines Arom, das sie dem *Vanillin* verdanken; an guten Sorten krystallisiert dies in langen, seidenglänzenden, weissen Nadeln aus. In die Verwandtschaft gehört eine zweite Reihe deutscher Gattungen, welche die *Cephalanthereae* zusammensetzen. Die Gattung *Cephalanthera* besitzt neben dem fruchtbaren Staubgefässe noch zwei Staminodien von Oehrchenform; *C. rubra* ist die häufigste Art. *Epipogon aphyllus* ist ein chlorophylloser Humusbewohner, der zwar bis Ostsibirien vorkommt, überall aber zu den Seltenheiten gehört. Zu den *Spirantheae,* die ebenfalls verwandtschaftlich benachbart sind, gehört die circumpolare Gattung *Listera* mit der *L. ovata,* deren grosse, kreisförmige Blätter ein gegenständiges Paar bilden. *Neottia Nidus avis* hat ein reich verzweigtes Wurzelsystem, das mit einem Vogelneste verglichen wird; sie ist chlorophyllos oder enthält doch nur sehr wenig Chlorophyll, verdeckt durch einen braunen Farbstoff. Die Gattung *Goodyera* ist hauptsächlich tropisch und enthält viele durch bunte Blattzeichnungen bemerkenswerte Pflanzen; bei uns wächst nur *G. repens* in Kiefernwäldern. Die letzte Abteilung der deutschen Formen ist in den *Liparidinae* enthalten, zu welchen die Gattungen *Malaxis, Liparis, Microstylis* und *Coralliorrhiza* zählen; bei uns sind sie nur in je einer Art vertreten (*M. paludosa, L. Loeselii, M. monophyllos* und *C. innata*), während in den Tropen die zweite und dritte zahlreiche, bis 70 Arten aufweisen. Die Gattung *Epidendrum* ist vielleicht die grösste der Orchidaceen, in der über 400 Arten beschrieben worden sind; am verbreitetsten ist *E. ciliare* aus dem tropischen Amerika; die Arten der Gattungen *Cattleya* und *Laelia* sind wegen der Farbenpracht und Grösse der Blüte gegenwärtig besonders in Schätzung; durch ihre bunten, oft getigerten Blüten und den durchdringenden Wohlgeruch wird *Stanhopea* aus dem tropischen Amerika ebenfalls häufig gezogen (*St. tigrina, St. oculata*); *Dendrobium* und *Oncidium,* die erstere alt-, die letztere neuweltlich, umfassen jede mehr als 300 Arten mit zahllosen Bastarden, die den Hauptbestand unserer Orchideenhäuser ausmachen: *O. Dalhousianum* und *O. Harryanum* gehören auch zu den Zierden derselben; *Macroplectron sesquipedale* mit 50 cm langem Sporn an der weissen, dicken Blüte, von Madagaskar, wird ebenfalls häufig kultiviert.

Morphologie. Wie erwähnt zeigen die Orchidaceae in allen

Teilen eine so grosse Formenmannigfaltigkeit, dass nur einige Hauptzüge hervorgehoben werden können. Die Wurzeln werden bei den Erdorchidaceae nicht selten in Knollen umgebildet, die für die Knospe des nächsten Jahres als Reservemagazin fungieren. An der Spitze befindet sich die als Achselknospe aus dem untersten Blatte der Pflanze entstandene Knospe. *Neottia Nidus avis* vermag die Wurzelspitzen direkt in beblätterte Achsen umzubilden; in den Wurzeln der chlorophyllosen Humusbewohner findet sich unter der Epidermis eine Gewebeschicht, die mit Hyphen vollgestopft ist; einzelne Orchidaceae (*Coralliorrhiza*) besitzen nur ein korallenartig verzweigtes Rhizom, aber keine Wurzeln.

Der Aufbau der Blätter tragenden Achsen ist ein doppelter: entweder bilden sie ein Monopodium, dann erscheinen die Blütenstände aus den Blattachseln des fortwachsenden Sprosses (pleuranthe Orchidaceae), oder ein Sympodium, wenn die Hauptachse ihr Wachstum einstellt oder zu einem Blütenstand aufgebraucht wird; die Fortsetzung des Stammes übernimmt in diesem Falle eine bodensichtig gestellte Knospe (acranthe Orchidaceae). Der zweite Entwickelungsmodus kann unter Umständen auch pleuranthe Orchidaceen erzeugen; sie sind aber häufiger, wenn die Hauptachse durch den Blütenstand abgeschlossen wird, acranth. Ein oder einige Internodien schwellen besonders bei den epiphytisch lebenden zuweilen zu bedeutender Grösse an und bilden sogenannte Bulben. Diese werden durch ein reiches Wurzelsystem am Substrate festgeheftet; die Luftwurzeln schmiegen sich dicht an dasselbe an, verbreitern sich auch zuweilen bandförmig und sind aussen von einer dichten Hülle, die aus Spiralzellen besteht, umgeben (Velamen). Dies Gewebe trocknet bald aus und die Hülle ist bis auf die Stelle an der fortwachsenden Spitze weiss; befeuchtet aber füllen sich die Zellen mit Wasser und die Wurzeln nehmen nun eine grüne Farbe an, weil das grüne Parenchym durchschimmert. Das Wasser wird dann nach dem inneren Gewebe weitergeführt.

Die Blüten treten immer aus der Achsel von Hochblättern und sind typisch pentacyklisch trimer. Am Perigon ist dieses Verhältnis stets leicht zu erkennen. Von seinen Gliedern ist das unpaare des inneren Kreises fast stets und zuweilen sehr originell umgestaltet, es bildet das Labellum; biologisch muss dasselbe als Anflugbrett für die Insekten betrachtet werden. Da es zu diesem Zwecke bei aufrecht gestellten Blüten eine bodensichtige Stellung haben muss, der bei den Monokotyledonen fast durchweg vorkommenden Disposition gemäss aber nach oben sieht, so muss die Blüte eine Drehung machen, die sich im unterständigen Fruchtknoten vollzieht (Resupination). Derselbe Erfolg kann auch dadurch erreicht werden, dass die Blüte am Stengel vorbei in der Richtung des unpaaren Blattes oder über die Spitze der Achse hinweg überkippt. Das Gynaeceum bietet dem Verständnisse ebenfalls keine besonderen Schwierigkeiten, nur ist der Griffel in der Regel völlig reduziert und die Narbenstrahlen sind durch eine Achsenwucherung, die Säule, hoch emporgehoben. Von ihnen ist die unpaare, vordere, meist nicht empfängnisfähig und bildet ein

Schnäbelchen; die anderen beiden sind entweder sitzend und glänzend (Spiegelnarben), oder sie werden durch einen Stiel in die Höhe gehoben (Stielnarben).

Am schwierigsten ist das Androeceum auf einen Doppelkreis zurückzuführen. Der Alternanz zufolge liegt in der nicht resupinierten Blüte das unpaare Glied des äusseren Kreises vorn, des inneren nach rückwärts gekehrt. Gewöhnlich ist somit nur das erstere entwickelt (monandrische Orchidaceae), bei den *Cypripedileae* dagegen wird das funktionierende Androeceum aus den paarigen Staubblättern des inneren Kreises erzeugt; sowohl das erstere, wie die beiden letzten, sind pollenführend bei *Neuwiedia.* Die noch fehlenden Glieder sind in der Form von verschieden gestalteten Läppchen an mehreren Gattungen normal nachweisbar, so die beiden ventralen des inneren Kreises bei *Cephalanthera,* das unpaare desselben Kreises bei *Glossodia.* Die wichtigste Pflanze für die Erkenntnis der Struktur des Androeceums ist *Arundina pentandra,* bei der 5 Staubblätter erkennbar sind, nämlich der äussere Kreis und 2 des innneren. Das einzelne der Staubblätter sitzt immer auf der Säule und zwar ist es entweder der ganzen Länge nach festgewachsen, oder es hat ein freies, dünnes Filament; entweder bleibt es stets an der Pflanze, oder es fällt leicht ab. Der Blütenstaub jeder Antherenhälfte ist stets zu einem bis mehreren Pollinien (Fig. 118*B*) verbunden, die bald mehlige, bald teigige oder wachsartige Beschaffenheit haben; die einzelnen Pollenkörner sind zu Tetraden vereinigt. Die Pollenmassen laufen in einen bald nach unten, bald — und zwar bei den meisten exotischen — nach oben gehenden Stiel (caudicula) aus, dessen Fuss in einem gemeinschaftlichen oder in einem Paare von Täschchen steckt (bursicula). Hier verbreitert sich die caudicula zu einer klebrigen Platte (*s*), mit der sich bei einem Insektenbesuch das Pollinium an das Tierchen anheftet; fliegt dasselbe fort, so wird das Pollinium aus seinem Antherenfach herausgezogen und dient dann zum Belegen der Narbe einer anderen Blüte mit Pollen; Fig. 118*C* zeigt den Prozess, indem ein Bleistift in die Blüte geführt wurde.

Sehr bemerkenswert ist das Vorkommen mehrerer Blütenformen an derselben Pflanze, so sind aus *Catasetum tridentatum* durch die äusserst verschiedenen Gestalten derselben drei verschiedene Gattungen gemacht worden (*Monachanthus, Myanthus, Catasetum*).

Die äusserst kleinen, durch häutige Gebilde für den Transport durch den Wind noch geeigneter gemachten Samen (*D*) enthalten einen kugeligen, oft nur auf wenige Zellen reduzierten, fast nie mit einem Kotyledon versehenen Keimling. Sie werden durch Spiralschleuderzellen nicht selten wie eine Staubwolke aus den Kapseln entfernt.

Die Pollenübertragung kann fast nur mit Hilfe von Vermittlern geschehen, als welche Insekten und kleine Vögel funktionieren; in unseren Gewächshäusern müssen die Orchidaceae künstlich befruchtet werden, sie setzen sonst niemals Früchte an; auch die *Vanille* gibt in den Kulturländern, wo die Insekten des Heimatslandes fehlen, nur dann Früchte, wenn die Pollinien auf die Narbe gebracht werden. Eigentümlich ist die lange Blütezeit vieler Arten, wenn die Befruch-

tung ausbleibt; sobald sie aber vollzogen ist, welken die Blüten sogleich; bei einzelnen *Oncidium*arten wirkt die Bestäubung mit eigenem Pollen wie Gift für die Blüte.

2. Unterklasse. Dicotyledoneae.

Blüten zwar häufig 5gliedrig, aber nicht selten auch nach anderen Zahlenverhältnissen geordnet. Keimling mit zwei, selten mehreren, oder durch Fehlschlag mit einzelnen Keimblättern. Die Achsen werden meist von offenen Gefässbündeln aufgebaut, deren Cambien bei den Holzpflanzen, durch Zwischenbündelcambien überbrückt, einen zusammenhängenden Ring bilden, unter dessen Wirkung ein langandauerndes Dickenwachstum stattfindet. Die Blätter haben allermeist einen Mittelnerv mit Seitennerven, die wieder netzaderig miteinander verbunden sind.

1. Reihengruppe. Archichlamydeae.

(Chori-, Dialy- oder *Eleuthero-* und *Apetalae.)*

Blütenhülle fehlend, einfach oder doppelt, in letzterem Falle gleich- oder häufiger ungleichfarbig und die innere fast stets getrenntblätterig.

I. Reihe. Verticillatae.

Blüten getrenntgeschlechtlich, einhäusig. Die männlichen Blüten stehen in der Achsel von gezähnten Scheiden, welche denen des Schachtelhalmes ähnlich sehen; vor jedem Zahne befindet sich eine Blüte; die letzteren werden von 2 seitlichen Vorblättern gestützt, auf die zwei mediane Schuppen folgen, die vordere kann unter Umständen fehlen; innerhalb dieser Blättchen befindet sich in der männlichen Blüte das zentrale Staubblatt. Die weibliche Blüte enthält einen Fruchtknoten, der von 2 derben, seitlichen Blättern eingeschlossen wird; er besteht aus 2 medianen Fruchtblättern und ist 2fächrig, doch nur das vordere, viel grössere Fach enthält 2 (sehr selten 3—4) halb aufrechte, gewendete Samenanlagen. Die carinalen Narben sind fadenförmig. Die Schliessfrüchte sind an der Spitze geflügelt und werden von den verholzten Begleitblättern klappenartig umhüllt. — Bäume von schachtelhalmartiger Tracht mit gegliederten, rutenförmigen, hängenden Zweigen, welche an den Articulationen gezähnte Scheiden tragen; sie sind längsstreifig und in den Furchen liegen die Spaltöffnungen. Die männlichen Blüten sind zu unterbrochenen, endständigen Aehren zusammengestellt, die weiblichen zu kürzeren Köpfchen, die aus dem alten Holze hervortreiben.

45. Familie. Casuarinaceae.

Der Charakter ist derselbe wie derjenige der Reihe.

Casuarina gehört hauptsächlich Australien an; einige Arten gehen über den Kontinent heraus, namentlich hat *C. equisetifolia*

eine weite Verbreitung an den Küsten des Indischen Ozeans und des Malayischen Archipels; es liefert eine Art Eisenholz. Sehr eigentümlich ist, dass der Pollenschlauch nicht durch die Mikropyle, sondern die Chalaza in die Samenanlage ein- und bis zu der Eizelle vordringt.

2. Reihe. Piperales.

Blüten zwittrig oder getrenntgeschlechtlich, nackt oder mit doppelter, gleichfarbiger Hülle. Blüten sehr klein, in Aehren oder Kolben. Blätter ungeteilt.

46. Familie. Saururaceae.

Sie ist ausgezeichnet durch zwittrige, völlig unbehüllte Blüten mit 3—8 in 1 oder 2 Reihen stehenden Staubblättern und 3—4 Fruchtblättern, die mehrere Samenanlagen umschliessen. — Die Sprosse, welche in einen ährigen Blütenstand auslaufen, sind die Endigungen einer sympodialen, kriechenden Grundachse. Sie sind hauptsächlich im östlichen Asien zu Hause; *Houttuynia cordata* ist ein gemeines Unkraut in Japan.

47. Familie. Piperaceae.

Blüten zwittrig oder durch Fehlschlag eingeschlechtlich, ohne Blütenhülle. Staubgefässe meist 2, selten einzeln oder bis 10 in 1 oder 2 Kreisen. Der Fruchtknoten enthält nur eine geradläufige, aufrechte Samenanlage. Die Früchte sind beerenartig; der Keimling liegt in einem spärlichen Endosperm, das von reichlichem Perisperm umgeben wird. — Kräuter oder Sträucher, die nicht selten klimmen mit spiralig gestellten, paarig gegenständigen oder quirligen, ganzrandigen Blättern. Die Blüten stehen in dichten, kolbenförmigen Aehren oder seltener in Trauben.

Piper umfasst ca. 600 Arten, die fast nur in den Tropen beider Hemisphären vorkommen; die Gattung wird in zahlreiche Untergruppen zerlegt, deren Arten teilweise nur schwer von einander zu trennen sind. *P. nigrum* mit 2 Staubblättern und einer 3- (selten) 4lappigen Narbe ist zwittrig oder eingeschlechtig (Fig. 119 *G.*). Die reifen Samen liefern den *weissen Pfeffer*, die unreifen, getrockneten, daher geschrumpften Früchte den *schwarzen Pfeffer*; er ist in Malesien heimisch. Eben dort wächst auch *Piper Cubeba* (Fig. 119 *A—F*), welches zweihäusig ist; die reifen Früchte, die *Cubebae* des Arzneibuches, sind kurz, aber deutlich gestielt. *Piper Betle* mit filzig behaartem Fruchtknoten liefert in den Blättern einen Hauptbestandteil des *Betels*, der im südlichen Ostasien allgemein gekaut wird (vergl. *Areca Catechu* S. 266), wogegen *P. methysticum*, das Getränk *Kawa-Kawa* gibt; um es zu gewinnen, wird die fleischige Wurzel in Scheiben geschnitten und gekaut; das zerkleinerte Material wird in Trögen gesammelt, Wasser und Kokosmilch zugesetzt und dann vergoren. Das Getränk wirkt in grösseren Mengen genossen berauschend. Alle diese Arten gehören in die Untergattung *Eupiper*; *Steffensia*

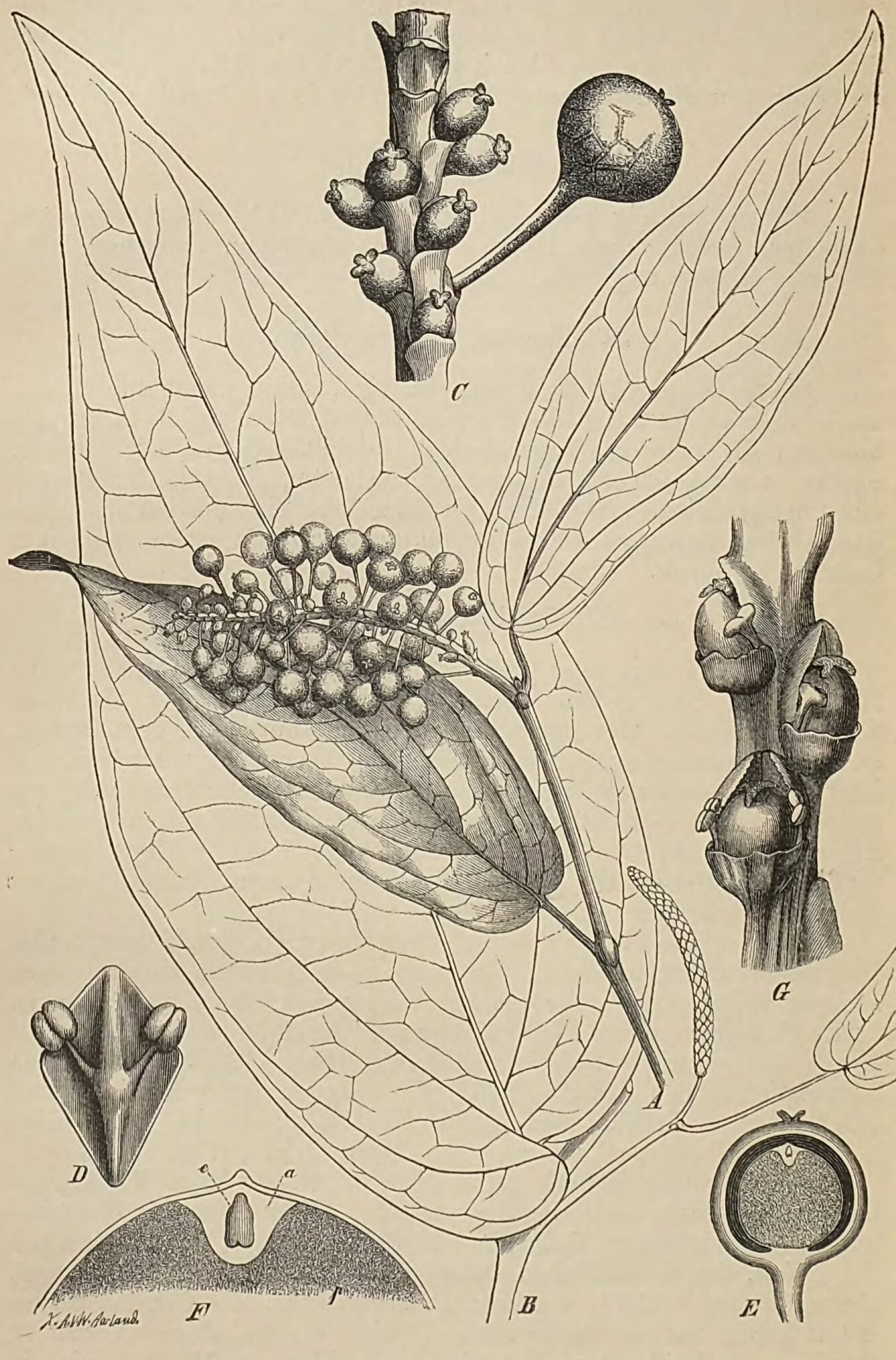


Fig. 119. *Piper Cubeba.* *A* Zweig mit reifen Früchten; *B* Zweig mit männlichem Blütenstande; *C* weiblicher Blütenstand mit einer reifen Frucht; *D* männliche Blüte, von innen gesehen; *E* reife Frucht im Längsschnitte; *F* Scheitel des Samens mit Keimling; *G* *Piper nigrum*, Stück eines Blütenstandes; *e* Keimling; *a* Endosperm; *p* Perisperm. (Nach Luerssen.)

dagegen ist zwittrig; sie ist hauptsächlich amerikanisch und enthält auch eine Menge im Vaterlande offizineller Pflanzen, z. B. *P. Jaborandi*[1]), dessen Wurzel diuretisch ist, und *P. angustifolium*, von dem die *Folia Matico* stammen. Die Gattung *Peperomia* hat ebenfalls mehr als 400 Arten, von denen einige in Amerika die Wendekreise überschreiten; nicht wenige werden in Gewächshäusern gezogen, so z. B. sehr allgemein die zierliche *P. resediflora* aus Neu-Granada.

Morphologie. Die blühende Sprosse der Piperaceae sind nicht selten Sympodien, bei denen die in einen Blütenstand ausgehende Hauptachse durch den Fortsetzungsspross aus der Achsel des letzten Blattes bei Seite gedrängt und blattgegenständig wird. Die Achsen selbst zeigen die Gefässbündel in zwei oder mehreren Kreisen, von denen die markständigen nicht stammeigen, sondern nur die Enden der Blattspuren sind. Die Blätter der succulenten *Peperomien* erhalten durch ein reichliches wie eine Ziehharmonika sich ausdehnendes und zusammensinkendes Wassergewebe einen Schutz vor zu reichlicher Verdunstung.

Theoretisch werden die Blüten auf ein trimeres Schema zurückgeführt, dessen Norm in *Enckea Amalago* erkannt wird; auch aus decussierten Paaren aufgebaute Blüten kommen vor (*Piper laetum*). Die Zahl der Fruchtblätter, aus den Narbenstrahlen erschlossen, schwankt zwischen 1 und 4. Der aromatische Geschmack und Geruch wird durch stets vorhandene Oelzellen bedingt.

48. Familie. Chloranthaceae.

Sie stehen den Piperaceae nahe, unterscheiden sich aber durch die echte Dikotyledonenstruktur des Holzes; das doppelte Nährgewebe der Samen ist beiden eigen; der Fruchtknoten ist unterständig und trägt häufig ein Schüppchen als Andeutung der Blütenhülle oder ein 3lappiges Perigon.

Chloranthus inconspicuus aus Ostasien wird kultiviert und zeichnet sich durch einen zarten Wohlgeruch aus.

49. Familie. Lacistemaceae.

Sie erinnert in den kleinen, kätzchenförmigen Blüten an die Fagaceen. Die Blüten sind zwitterig und haben zuweilen eine Blütenhülle. Oelzellen fehlen stets. Die Arten der einzigen Gattung *Lacistema* sind ausschliesslich dem heissen Amerika eigen.

3. Reihe. Juglandales.

Blüten getrenntgeschlechtlich, nackt oder mit hochblattartiger Hülle. Fruchtknoten einfächrig, mit einzelner, grundständiger, geradläufiger oder wandständiger, gewendeter Samenanlage. Holzgewächse, Blätter einfach oder gefiedert.

[1]) Sie ist nicht mit *Pilocarpus pennatifolius* zu verwechseln, welche die auch bei uns gebrauchten *Folia Jaborandi* gibt.

50. Familie. Juglandaceae.

Blüten durch Fehlschlag eingeschlechtlich, einhäusig; sie werden von einer einfachen, 1—5lappigen, kelchartigen Hülle gebildet, die entweder 3—40 Staubblätter oder einen von 2 Fruchtblättern gebildeten Fruchtknoten umschliesst. Jene sind mit kurzen Fäden versehen, die Beutel springen mit Längsrissen auf, zuweilen umgeben sie ein Rudiment des Fruchtknotens; dieser ist 1fächrig und enthält eine grundständige, aufrechte, geradläufige Samenanlage. Frucht nuss- oder steinfruchtartig mit hartem Endokarp und zwei von den

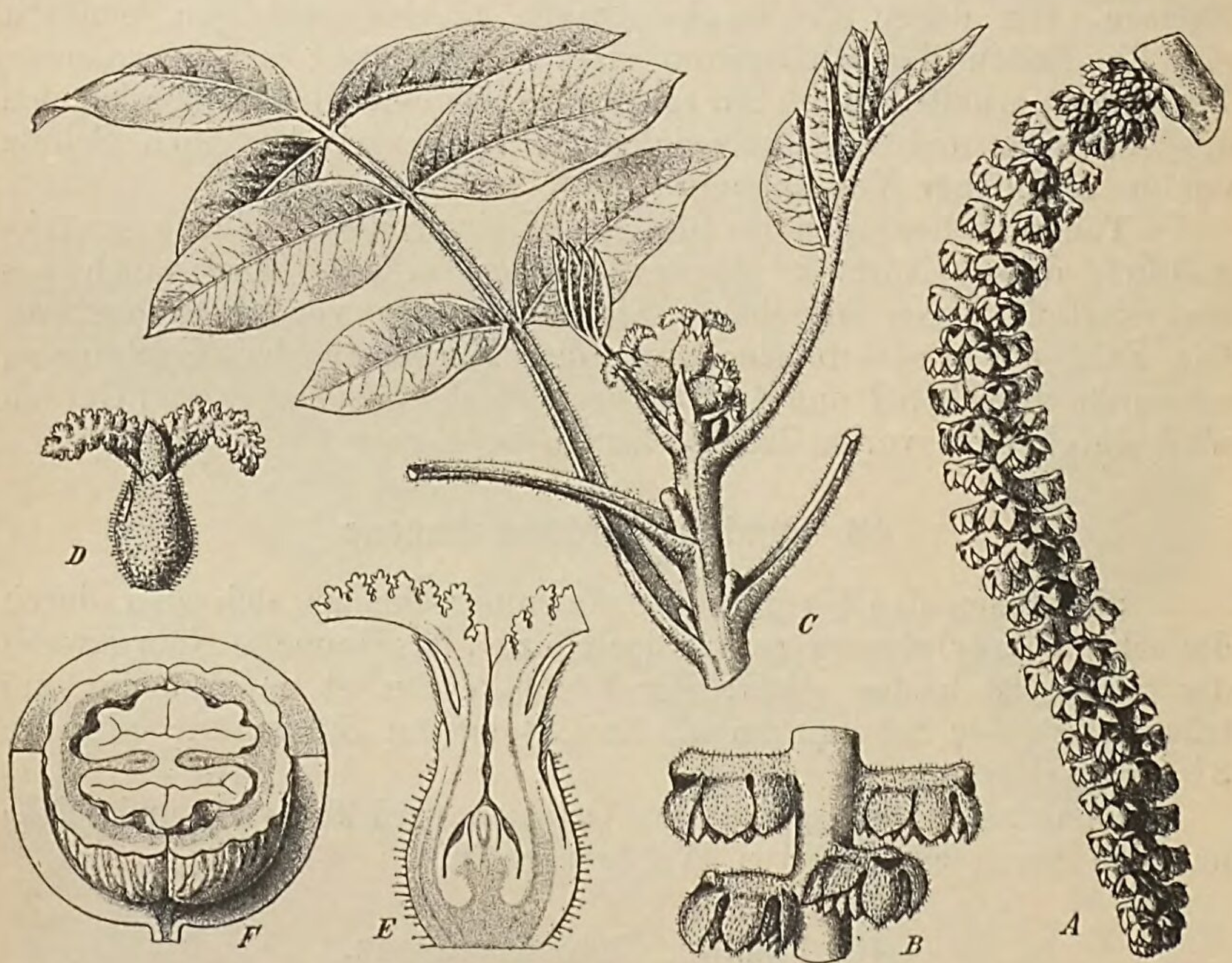


Fig. 120. *Juglans regia*. *A* Männlicher Blütenstand; *B* männliche Blüten (3/1); *C* weiblicher Blütenstand; *D* weibliche Blüte (3/1); *E* dieselbe im Längsschnitte (4/1); *F* Frucht im Querschnitte, die vordere Hälfte der grünen Schale ist entfernt.

Karpellrändern oder auch von dem Rücken der Fruchtblätter eindringenden, unvollständigen Scheidewänden. Same gelappt mit grossen, fleischigen Keimblättern und kleinem Stämmchen. — Bäume oder Baumsträucher, die reich an Harz und Gerbstoff sind mit unpaarig gefiederten, grossen, spiralig angereihten Blättern und kleinen, in dichte oder lockere Aehren gestellten Blüten; die männlichen Inflorescenzen sind stets seitenständig, die weiblichen beschliessen gewöhnlich die Achse, an der jene seitlich befestigt sind.

Juglans ist in den gemässigten Teilen der nördlichen Erdhälfte mit wenigen Arten verbreitet, eine Art wächst in Westindien (*J. jamai-*

censis). *J. regia (Walnuss)* ist gegenwärtig in Griechenland, am Pontus und im Himalaja wild, und wird bei uns wegen der sehr ölreichen Nüsse kultiviert. Geschätzt wird das Holz dieser und der Gattung *Carya (Hickoryholz* von *C. porcina)*, die ausschliesslich amerikanisch ist. *Engelhardtia spicata,* in Ostasien verbreitet, ist wegen der Früchte, die denen von *Carpinus* auffallend ähnlich sehen, bemerkenswert.

Die Juglandaceae sind in ihren Früchten vielfach fossil erhalten und beweisen durch ihr Vorkommen, dass diese Familie im Tertiär viel weiter verbreitet war als jetzt; so findet sich *J. acuminata,* sehr nahe mit *J. regia* verwandt, im Miocän bis Grönland und Aljaschka; sehr bemerkenswert ist, dass viele tertiäre Arten dieser Gattung aus Europa mit noch lebenden amerikanischen fast identisch sind (*J. Göppertii* und *J. cinerea*), und dass auch *Carya* in der Alten Welt mehrere Arten aufwies (*C. Schweiggeri* ist von *C. oliviformis* nicht zu trennen). Die Gattung *Engelhardtia* ging bis nach Frankreich, und zwar ist *E. Brongniartii* von der lebenden *E. spicata* den Früchten nach kaum verschieden.

Morphologie. Die fruchttragenden Zweige der Juglandaceae müssen mindestens zweijährig sein. Im ersten Jahre werden nur Laubblätter gebildet, der Zweig wächst im zweiten Jahre aus und erzeugt eine Terminalknospe, während aus den Achseln der Blätter Seitenknospen entstehen. In jenen wird die Achse meist mit einem weiblichen Blütenstande, in diesen mit einem männlichen beschlossen, der also eine mindestens um einen Grad höhere Achse als jene darstellt. Die Blütenverhältnisse deuten auf eine noch sehr wenig differenzierte Form: die Hüllblätter sind hochblattartig, die Staubblätter weder der Stellung noch der Zahl nach konstant. Die 2 Fruchtblätter stehen bald median, bald transversal; die Spalte, mit der sich die Frucht bei *Juglans* öffnet, fällt nicht mit den Fruchtblattgrenzen zusammen.

51. Familie. Myricaceae.

Ihre Blüten sind ebenfalls noch sehr wenig differenziert; die weibliche ist mit 2 Vorblättchen versehen, die zum Teil sogar noch Knospen entwickeln, und hat ausserdem zuweilen noch 1 bis 4 Schüppchen, die als Blütenhülle betrachtet werden.

Die einzige Gattung *Myrica* kommt auf der ganzen Welt mit nicht mehr als 30 Arten zerstreut vor. *M. Gale,* die *brabantiner Myrte* ist circumpolar; *M. cerifera* aus Nordamerika liefert ein brauchbares Pflanzenwachs, das von den Früchten abgesotten wird.

Die Gattung ist wichtig, weil gewisse fossile Blätter mit denen von *M. aspleniifolia* übereinstimmen oder ihnen sehr ähnlich sind. Viele vermeintliche *Proteaceae*-Blätter dürften wohl eher auf *Myrica* zurückzuführen sein.

52. Familie. Leitneriaceae.

Sie umfasst nur eine mit 2 Arten in den Brackwassersümpfen von Florida vorkommende Gattung, deren nackte oder mit einer

aus Schuppen gebildeten Hülle versehene Blüten 2häusig sind. Der Griffel ist sehr lang und die Blüten stehen in Aehren.

4. Reihe. Salicales.

Blüten nackt, am Grunde von einem oder mehreren Zähnen oder einem becherartigen Kragen gestützt. Staubblätter zwei bis viele; Fruchtknoten 1fächrig, aus 2 Blättern zusammengesetzt, mit vielen wandständigen, gewendeten Samenanlagen. Samen klein, mit grundständigem Haarschopfe, ohne Nährgewebe. Blüten 2häusig, in Aehren.

53. Familie. Salicaceae.

Blüten getrenntgeschlechtlich, 2häusig, von 1—2 Schuppen begleitet oder von einer becherförmigen Hülle umgeben. Staubblätter zwei bis viele, mit längsaufspringenden Beuteln. Fruchtknoten aus 2 Blättern zusammengesetzt, 1fächrig mit wandständigen Samenleisten, an denen mehrere gewendete Samenanlagen befestigt sind. Frucht kapselartig, fachteilig aufspringend. Samen mit einem vom Grunde ausgehenden Haarschopfe. — Bäume und Sträucher, zuweilen mit äusserst kleinen, dem Boden angedrückten oder in ihn versenkten Aesten und ganzen, spiralgestellten Blättern, die mit Nebenblättern versehen sind. Blütenstände kätzchenartig, reichblütig. Die Familie enthält nur 2 Gattungen: *Salix* und *Populus*; die letztere ist durch eine becherförmige Blütenhülle von jener verschieden. Die erste ist in allen Kontinenten bis auf Australien, doch in den nördlich gemässigten Zonen am reichlichsten vertreten. Im hohen Norden und auf den höheren Gebirgen sind besonders die Gletscherweiden, niedere am oder im Boden kriechende Sträucher, entwickelt, z. B. *S. polaris, S. herbacea, S. retusa, S. reticulata,* die letzteren drei auch in Mitteleuropa. An unseren Flussufern gehören die Weiden zu den Charakterpflanzen; die *Capreae* mit einer Begleitschuppe der Blüte und 2 Staubblättern sind durch elliptische Blätter ausgezeichnet (*S. Caprea* Fig. 121), die *Viminales* durch schmale linealische (*S. viminalis, Korbweide*). Die *Fragiles* machen durch die 2 Discusschuppen und eine oft erhöhte Zahl von Staubblättern (*S. fragilis, Bruchweide* und *S. alba, Silberweide* mit 2, *S. pentandra* mit 5) den Uebergang zu den tropischen mit vielen (*S. Humboldtiana* aus Südamerika). *S. babylonica* mit hängenden Zweigen (*Trauerweide*) wird bei uns gewöhnlich nur in männlichen Exemplaren kultiviert. *Populus* ist mit etwa 18 Arten fast nur der nördlich gemässigten Zone angehörig, *P. alba* (*Silberpappel*) mit behaarten Knospenschuppen und gelappten, unterseits weissen Blättern. *P. nigra* (*Schwarzpappel*) mit ganzen Blättern und klebrigen Knospen; eine Varietät derselben, *P. pyramidalis* (*Pyramidenpappel*), wird sehr häufig als Alleebaum kultiviert.

Von beiden Gattungen sind zahlreiche fossile Reste aufgefunden worden, die bis in die Kreide verfolgt werden können. Die *Weiden* des Tertiärs von Europa reihen sich an die tropischen Arten an;

die an vielen Orten aufgefundenen Diluvialreste sind identisch mit den Gletscherweiden. Von *Populus* ist die fossile *P. mutabilis* im Tertiär sehr verbreitet; sie kann von *P. euphratica*, die im Orient

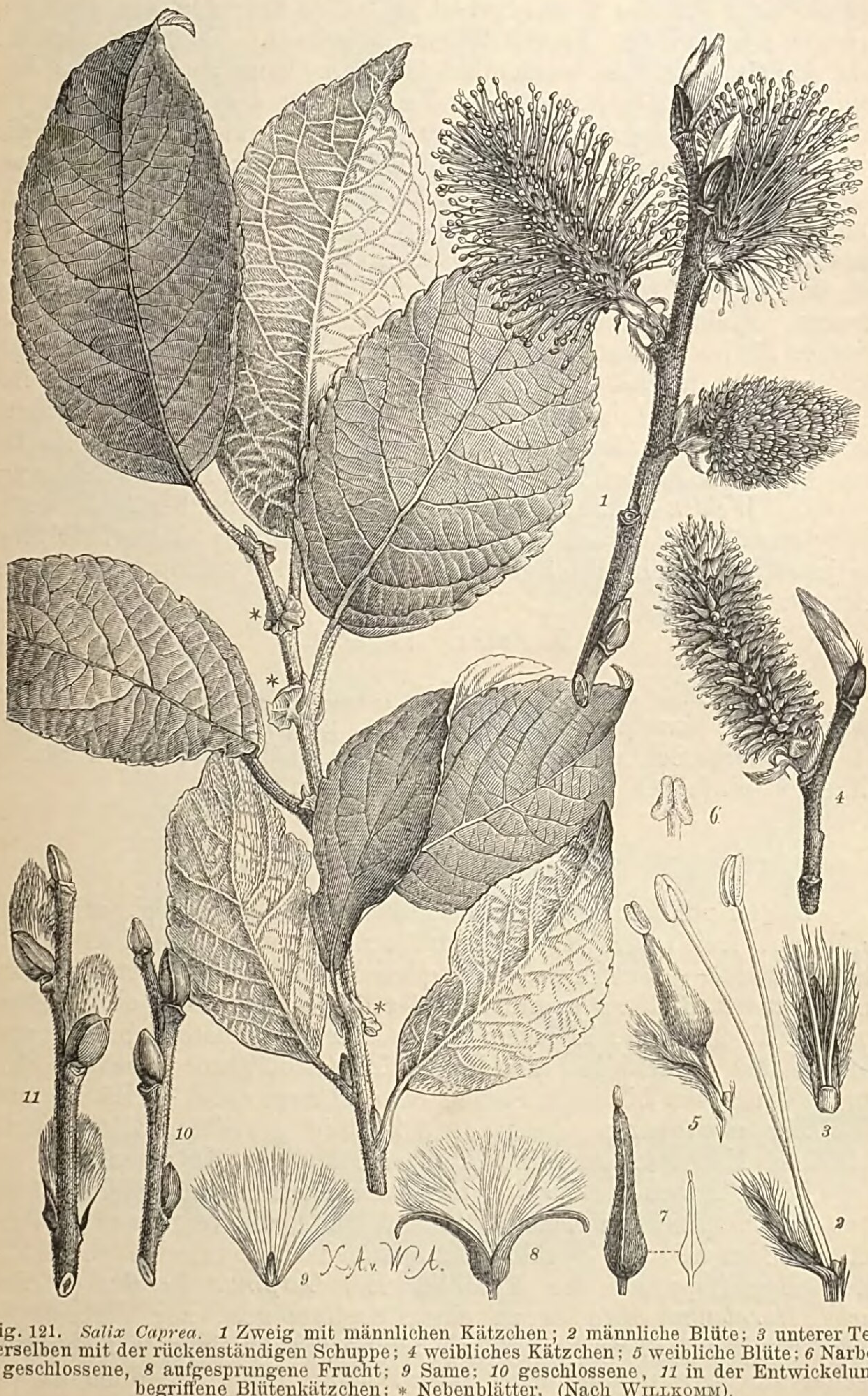


Fig. 121. *Salix Caprea.* *1* Zweig mit männlichen Kätzchen; *2* männliche Blüte; *3* unterer Teil derselben mit der rückenständigen Schuppe; *4* weibliches Kätzchen; *5* weibliche Blüte; *6* Narbe; *7* geschlossene, *8* aufgesprungene Frucht; *9* Same; *10* geschlossene, *11* in der Entwickelung begriffene Blütenkätzchen; * Nebenblätter. (Nach Willkomm).

vorkommt und auch aus Algier nachgewiesen wurde, nicht unterschieden werden.

Morphologie. Die Blüten stehen in den Achseln von schuppenförmigen, mehr oder weniger behaarten Blättern. Sie werden im einfachsten Falle aus 2 transversal gestellten Staubblättern oder aus 2 ebenso disponierten Fruchtblättern aufgebaut. Während sich die Zahl der Staubgefässe beträchtlich steigern kann (bei *Populus balsamifera* bis auf 30), kommt eine Vermehrung der Fruchtblätter bis auf 4 nur als abnorme Bildung zu stande. Auf der anderen Seite gibt es Weiden, bei denen die 2 Staubblätter zu einem mit 4fächrigem Beutel verschmelzen. Die theoretische Deutung der Blüte ist strittig. Manche nehmen auf Grund des Vorkommens von seltenen Zwitterblüten (*S. Caprea*) einen hermaphroditen Grundplan an, bei dem sich die beiden Fruchtblätter mit dem Staubblattpaare rechtwinklig kreuzen. Andere sehen die Staubblätter und Fruchtblätter der diandrischen Blüten als homologe Organe an und betrachten die Blüten als von Haus aus diklinisch. Die Becherhülle von *Populus* ist sicher mit den drüsigen Zähnen in den *Salix*-Blüten gleich zu setzen, da Zwischenzustände in beiden Gattungen vorkommen. Die einen halten sie für eine wirkliche Blütenhülle, die anderen für eine Discuswucherung.

Die *Weiden* werden durch Insektenvermittlung bestäubt, wobei die Drüsenzähne den Honig absondern, die *Pappeln* sind windblütig; bei jenen sind zahlreiche Bastarde bis zur Verkuppelung von 6 Arten bekannt.

5. Reihe. Fagales.

Blüten mit einfacher Hülle, seltener nackt. Fruchtblätter mehrere mit einzelnen oder gepaarten, gewendeten Samenanlagen. Nüsschenartige Schliessfrüchte mit einzelnen, nährgewebslosen Samen. Blüten in einfachen oder verzweigten Aehren.

54. Familie. Betulaceae.

Blüten vollkommen getrenntgeschlechtlich, 1häusig, mit einer einfachen, frei- oder verwachsenblätterigen Hülle, zuweilen nackt. Staubblätter 2—10 mit meist völlig gesonderten Beutelhälften. Fruchtknoten aus 2 Blättern gebildet, unterständig, mit oder ohne Hülle, am Grunde 2fächrig, in jedem Fache eine gewendete Samenknospe. Früchte mit verschieden gestalteten Begleitblättern versehen, einsamige Nüsschen bildend. Samen ohne Nährgewebe. — Bäume und Sträucher mit ganzen, dorsiventral 2zählig gestellten Blättern und abfälligen Nebenblättern; Blüten in endständigen Kätzchen.

Die 1. Tribus der *Coryleae* hat einzelnstehende männliche Blüten ohne Blütenhülle; weibliche Blüte mit Hülle, die vergrösserten Vorblätter bilden mit dem Deckblatte zusammen einen verschieden gestalteten Begleitapparat der Früchte. Bei *Carpinus Betulus* (*Weissbuche, Hornbaum*) wird er zu einem dreilappigen, zur Verbreitung durch den Wind dienenden Flügel, bei *Corylus* zu einem zerschlitzten Becher von sehr mannigfacher Gestalt (Fig. 122), der offen ist bei

C. Avellana (*Haselnuss*), während er bei *C. rostrata* (Fig. 122 *E*) zu einer röhrenförmig verlängerten Hülle vorgezogen ist. Die 2. Tribus der *Betuleae* hat auf einem Deckblatte 3 dichasisch gestellte, männliche

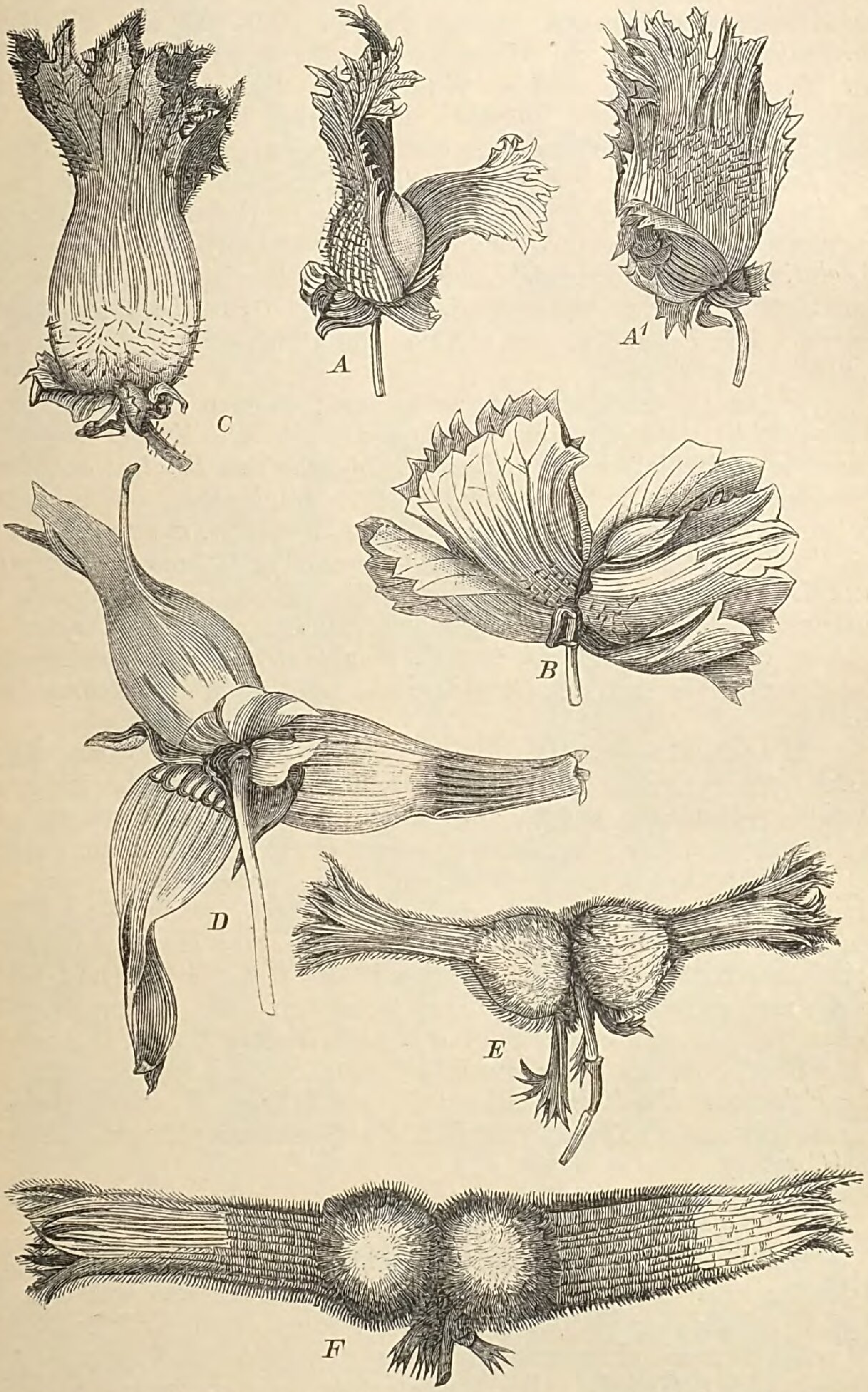


Fig. 122. *Corylus.* Form der Becherhülle: *A* u. *A*[1] *C. americana; B C. heterophylla; C C. pontica: D C. maxima; E C. rostrata; F C. mandschurica.* (Nach KOEHNE).

Blüten, die mit einer Hülle versehen sind; die weiblichen Blüten sind dagegen nackt. *Betula* ist charakterisiert durch geteilte Staubbeutel und 3lappige Fruchtschuppen. *B. verrucosa*, unsere gewöhnliche *Birke*, hat 3seitige, ins Rhombische gehende, zugespitzte Blätter, die Zweige sind hängend, in der Jugend dicht warzig. Sie liefert ein hartes Nutzholz; der Birkensaft des Frühjahres ist zuckerreich, der Teer wird zum Gerben benutzt; *B. alba* (*B. pubescens*) hat mehr eiförmige, spitze Blätter, die Zweige hängen niemals, die jungen Triebe sind behaart; sie wächst bei uns mehr in den höheren und rauheren Lagen und geht auch weiter nach Norden; *B. nana* ist eine niedrige, kleinblättrige, alpin-hochnordische Art. *Alnus* hat ungeteilte Staubbeutel und 5lappige Fruchtschuppen; bei uns wachsen *A. glutinosa*, die *Schwarzerle*, mit an der Spitze stumpfen oder ausgerandeten Blättern, während *A. incana*, die *Grauerle*, spitze Blätter besitzt. Die Erlen lieben die Nähe von Gewässern, das Holz wird vielfach verwendet.

Fossile Reste der Betulaceae sind aus dem frühesten Tertiär sichergestellt, während das Vorkommen in der Kreide Amerikas mehr als zweifelhaft ist: die *Alnus cardiophylla* und *Betula sezanniensis* stammen aus dem Eozän des nordöstlichen Frankreichs, von da an sind sie in Deutschland nicht selten; *B. humilis* und *B. nana* gehören zu den in den Glacialtorfen häufiger gesammelten Pflanzen. *Carpinus grandis* ist gewiss eine *Weissbuche*, die bereits vom Oligocän an auftritt; auch Früchte sind vielfach gefunden worden. *Corylus* erscheint vom Unteroligocän an: *C. Mac Quarrii* ist charakteristisch als circumpolare Art des Oberoligocäns und unserer *Haselnuss* sehr ähnlich.

Morphologie. Die Blätter stehen meist ein wenig dorsiventral 2zeilig, der horizontalen, schirmförmigen Ausbreitung der Zweige angemessen, nur die *Birken* haben spiralige Anordnung nach der Hauptreihe. Bei den Blüten, welche ein Perigon besitzen, stehen die Staubblätter, einer decussierten Folge entsprechend, vor den Perigonzipfeln; sie sind wie auch die nackten, männlichen Blüten den Deckblättern angewachsen. Nicht minder verbinden sich in den weiblichen Blüten die Vorblättchen mit den Deckblättern und bilden so die mannigfach gestalteten Fruchtschuppen. Die beiden Karpiden stehen in den weiblichen Blüten stets transversal zum Deckblatte.

Die Betulaceen sind sämtlich windblütig und stäuben, wie z. B. die *Erle* und *Haselnuss*, sehr früh im Jahre; die Samenanlagen werden oft erst gebildet, nachdem die Bestäubung längst vollzogen ist (*Corylus*).

55. Familie. Fagaceae.

Blüten getrenntgeschlechtlich 1häusig, mit einfacher, hochblattartiger, 4—7blättriger Hülle; die männlichen mit einfacher bis doppelter Zahl der Staubblätter und zuweilen einem Griffelrudiment; die weiblichen mit einem unterständigen, 3-, selten 6fächrigen Fruchtknoten und 3 Griffeln. Die Samenanlagen sind gepaart in jedem Fache, innenwinkelständig, hängend und gewendet. Die Früchte oder

Fruchtgruppen werden von einem Becher umgeben; sie sind einsamige Nüsschen und enthalten einen Samen ohne Nährgewebe. —

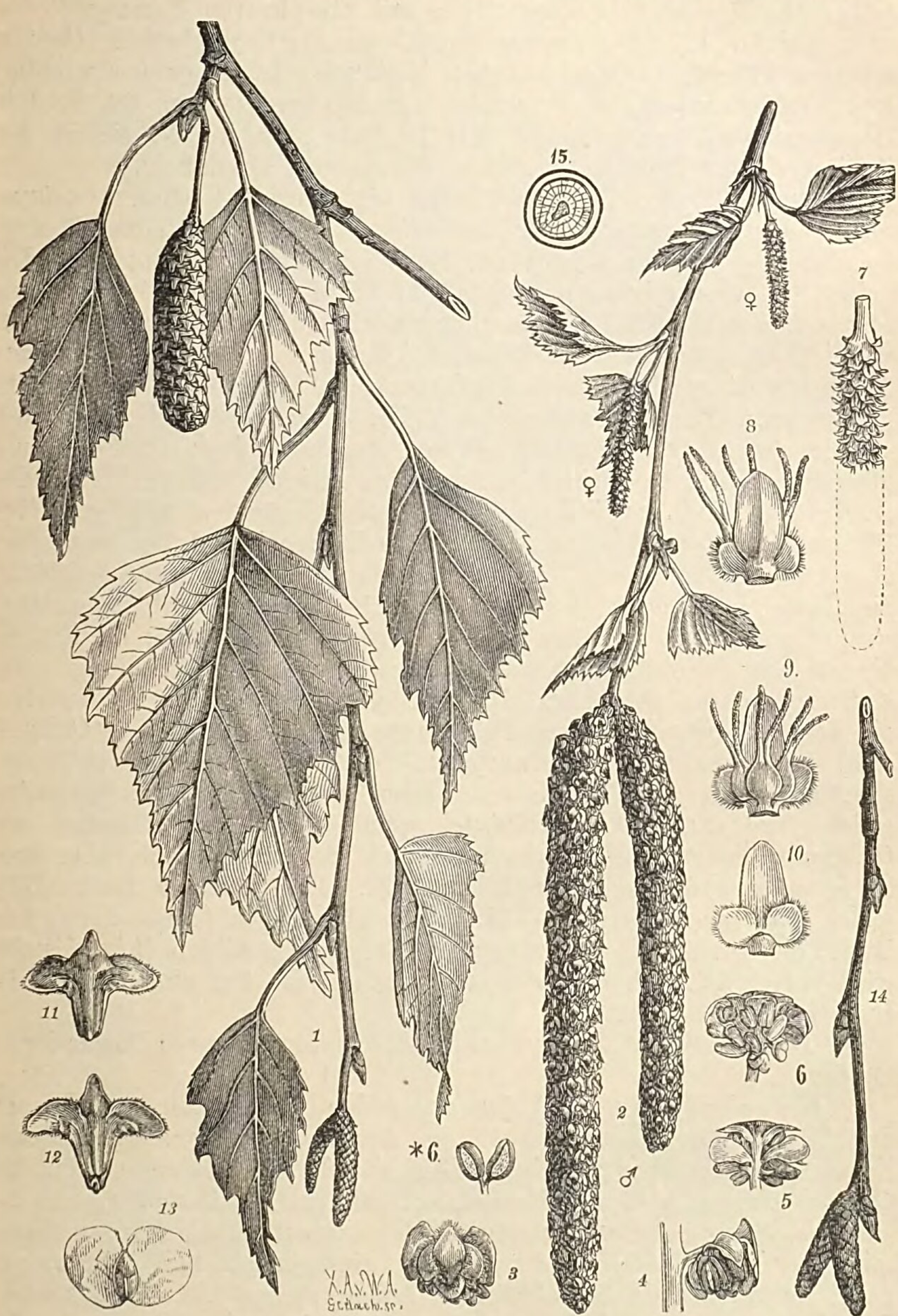


Fig. 123. *Betula verrucosa.* *1* Zweig mit männlichen und weiblichen Kätzchen; *2* Belaubter Trieb mit Fruchtstand, an der Spitze die männlichen Kätzchen für das nächste Jahr; *3–6* männliche Blüte von vorn, der Seite, oben und unten; *6** Staubblatt; *7* untere Hälfte des weiblichen Kätzchens; *8* u. *9* weibliches Sonderblütenständchen von vorn und von hinten; *10* Deckblatt desselben mit den Vorblättchen; *11* u. *12* dieselben zur Fruchtreife; *13* Frucht; *14* Triebspitze im Winter mit männlichen Kätzchen; *15* Querschnitt eines Triebes von 3 Jahren. (Nach Willkomm.)

Bäume, seltener Sträucher mit ganzen oder gelappten Blättern, deren Nebenblätter abfällig sind. Männliche Blütenstände fast stets kätzchenartig; häufig sind die jungen Teile mit Sternhaaren überzogen.

Bei der 1. Tribus *Fageae* umschliesst der Fruchtbecher (*Cupula*) mehrere Früchte. *Fagus silvatica* (*Rotbuche*) ist einer der wichtigsten Waldbäume Mitteleuropas, dessen Nordgrenze vom 60. Grad in Norwegen steil zur Krim abfällt; in Südeuropa wächst sie in den Gebirgen. Ihr Holz ist wichtiges Werk- und Brennholz.

Die 2. Tribus *Castaneae* haben einfrüchtige Becher. *Castanea sativa,* die *Marone* oder *edle Kastanie,* ist in den Mittelmeerländern heimisch, gedeiht aber noch am Rheine und auch in England. Die grosse Gattung *Quercus* mit über 300 Arten ist in der Untergattung *Pasania,* durch aufrechte, männliche Kätzchen charakterisiert, hauptsächlich dem südlichen und östlichen Asien eigen, während *Euquercus,* die durch hängende Kätzchen gekennzeichnet wird, in der nördlich-gemässigten Zone entwickelt ist, aber auch in Mittel- und Südamerika nicht fehlt; zu ihr gehören unsere *Eichen*: *Q. Robur* mit gestielten Früchten (*Stieleiche* oder *Sommereiche*) und fast sitzenden Blättern, und *Q. sessiliflora* mit sitzenden Früchten und gestielten Blättern (*Winter-* oder *Steineiche*). Das Holz beider Arten, besonders aber das der ersteren, viel schnellwüchsigeren, ist sehr geschätzt, die Rinde (als *Cortex Quercus* offizinell) der durch Stockausschlag strauchig gehaltenen Eichen gibt die gerbstoffreiche Lohe; die Eicheln dienen zur Schweinemast und werden auch zur Herstellung eines Kaffeesurrogates gebrannt. Die Galläpfel (*Gallae*) der Eichenarten, die durch *Cynips*-Arten veranlassten Auswüchse der Blätter (*C. lignicola*) und Fruchtbecher (*Knoppern,* durch *C. calycis* bewirkt) sind ebenfalls reich an Tannin; am besten sind die von *Q. lusitanica,* welche die *aleppischen Galläpfel* gibt. Der Kork stammt von *Q. Suber,* einer Eiche, die hauptsächlich in Südfrankreich, aber auch in Spanien und Italien kultiviert wird. Der normale Kork (*liège mâle*) wird nach dem 10.—15. Jahre abgetragen (démasclage) und ist für die Korkfabriken wertlos; erst der dann gebildete (*liège femelle*) wird verwendet. *Q. tinctoria* aus Nordamerika hat eine Rinde, die zum Gelbfärben dient.

Fossile Reste dieser Familie sind in den jüngeren Formationen häufig.

Morphologie. Bei *Quercus* stehen die Blätter spiral nach der Hauptreihe, sonst sind sie an den schirmartig ausgebreiteten Zweigen dorsiventral 2zeilig. Die männlichen Blüten stehen bei *Quercus* einzeln in den Kätzchendeckblättern, bei *Castanea* (und bei *Quercus,* Gruppe *Pasania* häufig) bilden sie wickelartige Anreihungen mit einer Gipfelblüte. Die weiblichen sind einzeln bei *Quercus,* gepaart bei *Fagus*, in 3—7blütigen Cymen stehen sie bei *Castanea;* der sie umgebende Becher ist für viele Autoren eine Wucherung der Achse, die Schuppen sind also wirkliche Blätter, für andere ist er in Analogie mit den *Coryleae* eine Verbindung von Vorblättchen, dann sind die Schuppen Emergenzen. Sie sind oft sehr eigentümlich gestaltet, hüllen die Frucht manchmal fast ganz ein (*Quercus*

lanceifolia aus Malesien) oder sitzen nur an der untersten Basis; die Schuppen verbinden sich oft untereinander zu kreisförmigen Lamellen



Fig. 124. *Fagus silvatica.* *1* Frühjahrstrieb mit endständigen männlichen und seitenständigen weiblichen Kätzchen; *2* männliche Blüte; *3* Staubbeutel von vorn und von hinten, † im Querschnitte; *4* weibliche Blüte; *5* Fruchtknoten in der Vollblüte (vergrössert); *6* derselbe, vorn angeschnitten; *7* derselbe im Querschnitte; *8* reifer, aufgesprungener Fruchtstand; *9* derselbe geschlossen; *10* Querschnitt durch die Frucht; *11* Triebspitze mit 2 Knospen; *12* Blütenstandsknospe. (Nach Willkomm.)

(vergl. Fig. 125 *P*). (Einige der wichtigsten Formen der Früchte sind auf der nebenstehenden Tafel dargestellt.)

Die Fagaceae sind windblütig und legen (*Quercus*) die Samenanlagen zuweilen erst nach der Befruchtung an. *Fagus* wird zuerst fossil aus der Kreide Nordamerikas angegeben; tertiäre Arten (*F. Deucalionis*) können bis in die arktische Zone verfolgt werden und sind mit dem mitteleuropäischen Vorkommen der gleichen Horizonte identisch. *Castanea*-Blüten sind aus dem Bernstein beschrieben worden, aber auch Blätter und Früchte sind aus dem jüngeren Tertiär bekannt. Viele fossile Blätter werden als zu *Quercus* gehörig aufgefasst, so dass mehr als 200 fossile Arten der Gattung aufgezählt worden sind; Cupulae, Früchte und Blüten (letztere zahlreich im Bernstein) kommen aber in älteren Schichten als im Tertiär nicht vor, so dass die in der Kreide erwähnten Arten, die bis in die arktischen Gegenden reichen, unsicher sind.

6. Reihe. Urticales.

Blüten cyklisch, mit einfacher Blütenhülle, seltener nackt, gewöhnlich 2gliedrig und regelmässig. Die Staubblätter stehen den Blüten der Hülle gegenüber. Fruchtblätter einzeln oder gepaart mit einer einzigen Samenanlage. Früchte nüsschenartig. Blüten in cymösen oder dorsiventralen Aggregaten.

56. Familie. Ulmaceae.

Blüten zwittrig oder durch teilweisen oder völligen Fehlschlag getrenntgeschlechtlich mit einfacher, grünlicher bis bräunlicher 4—5- (3—8-) gliedriger Hülle. Staubblätter sind gewöhnlich so viele wie Abschnitte der Blütenhülle vorhanden und stehen vor denselben. Der Fruchtknoten ist oberständig, aus 2 Blättern aufgebaut und 2fächrig; in jedem Fache ist eine anatrope, hängende Samenanlage. Frucht nüsschen- oder steinfruchtartig, zuweilen geflügelt, 1samig; Samen meist ohne Nährgewebe. — Bäume oder Sträucher mit dorsiventral 2zeilig beblätterten, schirmartig ausgebreiteten Aesten; Blätter einfach mit asymmetrischer Basis, Nebenblätter abfällig. Blüten klein in seitenständigen, zuweilen doldenartigen Cymen.

Die *Ulmoideae* haben weichschalige Früchte und glatte oder gefaltete Keimblätter; bei uns wachsen nur 3 Arten von *Ulmus: U. pedunculata* (*U. effusa*), *Flatterrüster, Ulme,* mit langgestielten und *U. campestris, Feldrüster,* sowie *U. montana* mit kurzgestielten Blüten. Die letztere wird charakterisiert durch behaarte Aeste und zugespitzte, oben rauhhaarige Blätter. *U. campestris* bringt an jüngeren Zweigen oft solche Korkmassen zum Vorschein, dass dieselben kantig geflügelt sind (*U. suberosa*).

Die *Celtidoideae,* durch hartschalige Früchte und gefaltete oder eingerollte Keimblätter verschieden, sind in unseren Gärten nur durch die Gattung *Celtis* vertreten; *C. occidentalis* aus Nordamerika wird zuweilen als Parkbaum angepflanzt; *C. australis* schon im südlichen Alpengebiet.

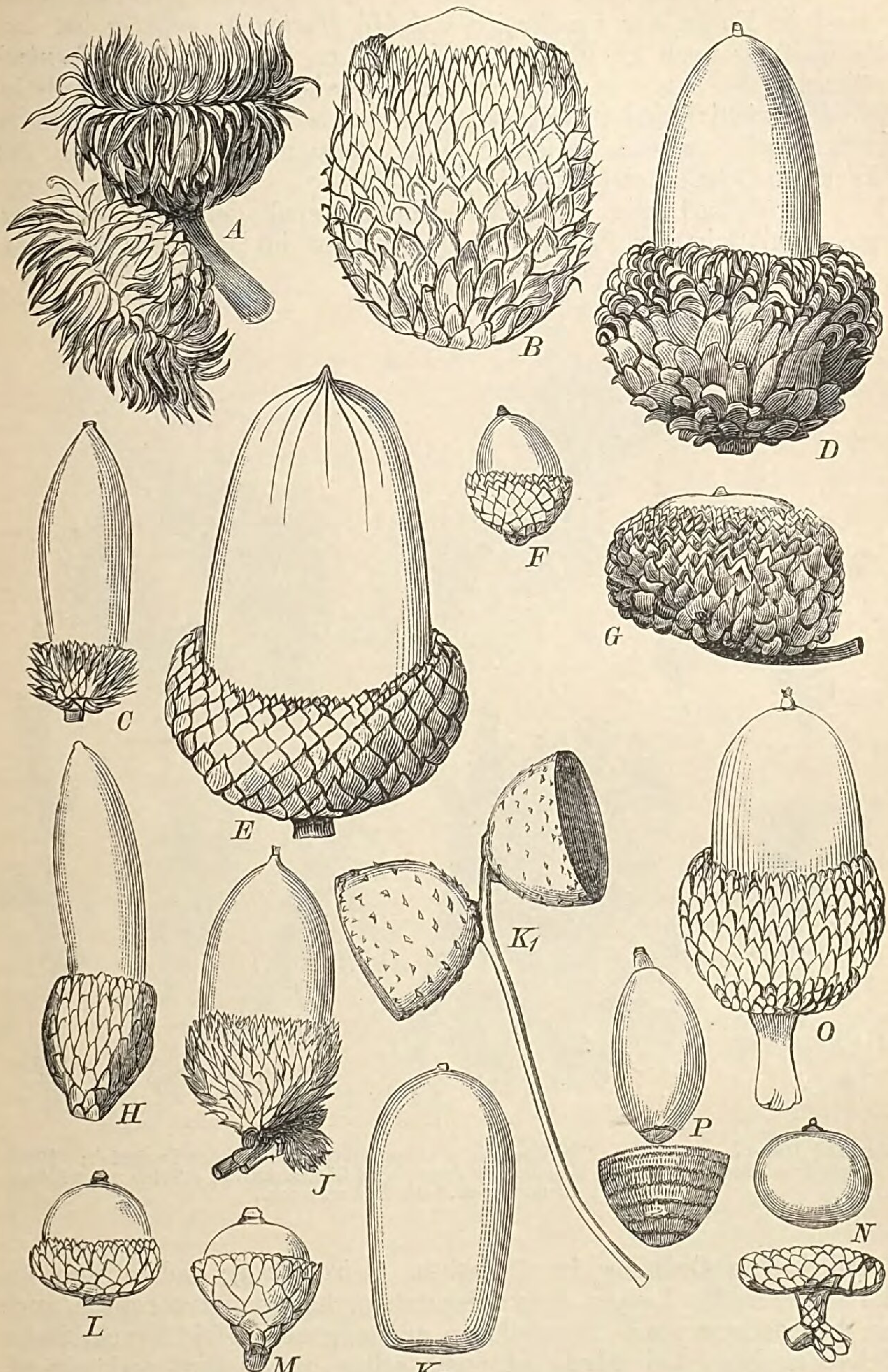


Fig. 125. Früchte von *Quercus*. *A Q. castaneifolia; B Q. Libani; C Q. alnifolia; D Q. Aegilops; E Q. chrysolepis; F Q. castanea; G Q. lyrata; H Q. lobata; J Q. macranthera; K Q. Haas; L Q. cinera; M Q. ferruginea; N Q. palustris; O Q. Kelloggii; P Q. acuta.* (Nach KOEHNE.)

Fossil treten die *Ulmus*-Arten, durch Früchte gekennzeichnet, zuerst im Eocän von Frankreich auf (*U. Marionii*); wichtig ist, dass die Gattung noch im Pliocän in Kalifornien vorkam (*U. californica*), während sie heute nicht mehr in Amerika gedeiht. *Celtis*-Steine (*C. Hyperionis*) sind im Miocän gefunden worden. *Zelkova crenata*, heute noch um das kaspische Meer vorkommend, wurde in den Cineriten des Cantal (Pliocän) gefunden.

Morphologie. Die Blütenhüllen sind getrennt oder verwachsenblättrig von Kelchnatur und zeigen in einzelnen Gattungen

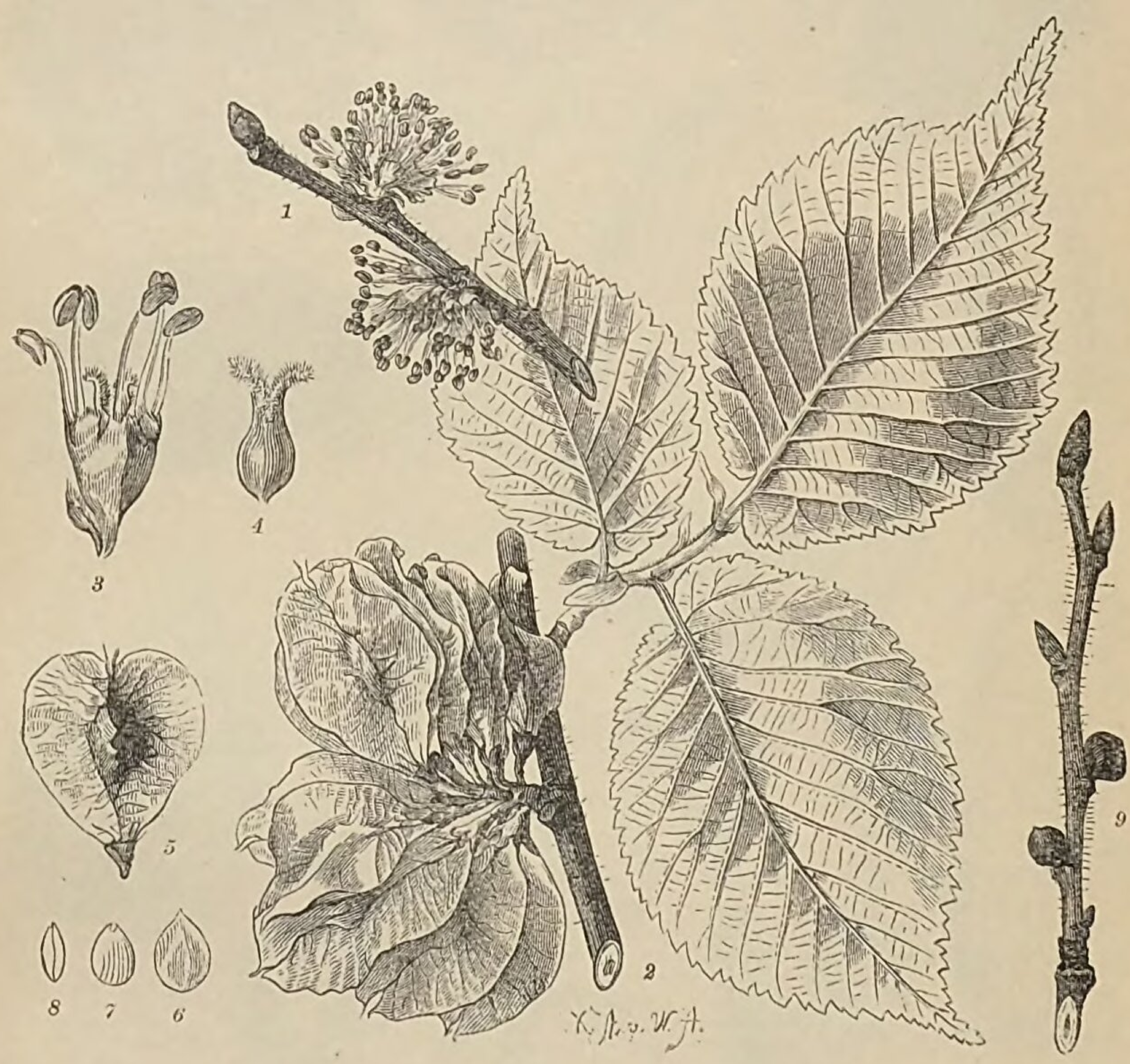


Fig. 126. *Ulmus campestris.* *1* Blühender Trieb; *2* Fruchtstand und daneben Laubtrieb; *3* Blüte; *4* Stempel; *5* Frucht; *6* Same; *7* Keimling; *8* derselbe im Längsschnitte; *9* Trieb mit 2 Blüten- und 3 Laubknospen. (Nach Willkomm.)

deutlich eine Ordnung in 2 Kreisen (*Gironniera*); indem nun die Staubblätter den Lappen gegenüberstehen, hat man theoretisch auch im Androeceum einen Doppelkreis angenommen. Die Fruchtblätter stehen median, bei *Ulmus* ist nicht selten das hintere verkümmert, wenn auch der Griffel gleich dem vorderen entwickelt ist. In den Epidermiszellen ist manchmal reichlich Kieselsäure eingelagert; gewisse Rindenpartien sind bei den *Celtidoideae* stark sklerotisiert.

Die Ulmaceae sind windblütige Gewächse.

57. Familie. Moraceae.

Sie stehen den vorigen nahe, haben aber stets eingeschlechtliche Blüten und sind durch den allgemein vorkommenden Milchsaft, sowie durch cymöse, oft aber kopfig oder scheibenartig modifizierte Blütenstände gut geschieden. Cystolithen sind bis auf die Gattung *Dorstenia* allgemein verbreitet.

A. Staubblätter in der Knospe eingebogen; Nebenblätter klein, seitlich stehend, gepaart; Blätter in der Knospe gefaltet
1. Unterfamilie *Moroideae.*

B. Staubblätter in der Knospe gerade.
a) Nebenblätter einzeln, stengelumfassend, abfällig vor der Aufrollung der Blätter.
α) Samenanlage gewendet, am Scheitel des Fruchtknotens befestigt 2. Unterfamilie *Artocarpoideae.*
β) Samenanlage geradläufig oder wenig gekrümmt, vom Grunde des Fruchtknotens aufrecht
3. Unterfamilie *Conocephaloideae.*
b) Nebenblätter gepaart, seitenständig, länger bleibend; Blätter in der Knospe gefaltet; Keimling gekrümmt oder spiral eingerollt 4. Unterfamilie *Cannaboideae.*

Die *Moroideae* erinnern durch in der Knospe eingebogene Staubblätter an die folgende Familie. Bemerkenswert ist vor allem die Gattung *Morus* mit *M. alba* (*Maulbeerbaum*) und *M. nigra*, deren erstere den Seidenraupen die Nahrung liefert. Sie stammen aus China. *Broussonetia papyrifera* (*Papiermaulbeerbaum*) liefert in der Rinde das Material zu dem vortrefflichen chinesischen und japanischen Papiere und ist in Südeuropa nicht seltener Gartenzierbaum.

Die *Dorstenia*-Arten sind gekennzeichnet durch ihre oft abenteuerlich gelappten oder gegabelten Blütenträger, die auf der Oberseite mit eingesenkten Blüten beladen sind; die Gattung ist in Amerika (*D. Contrayerva*, mit schildförmigen, aufrechten Blütenständen) und Afrika-Arabien (z. B. *D. gigas* von Socotra mit kreisförmigen, hängenden Blütenständen) verbreitet.

Die *Artocarpoideae* haben intrapetiolare Nebenblätter, die beim Abfalle eine ringförmige Narbe zurücklassen. Die *Brotfruchtbäume,* zur Gattung *Artocarpus* gehörig, liefern in ihren Früchten ein für die Bewohner Ostasiens und der polynesischen Inselwelt wichtiges Nahrungsmittel. *A. incisa* und *A. integrifolia* werden hauptsächlich in den samenfreien Varietäten kultiviert. *Castilloa elastica* gibt in Mexiko das beste Kautschuk; *Antiaris toxicaria*, in Ostindien weit verbreitet, ist der wenn auch sehr giftige, so doch ungerechtfertigter Weise ausserordentlich gefürchtete *Upasbaum. Ficus* ist eines der grössten Pflanzengeschlechter, das mit mehr als 600 Arten über die tropischen Gegenden der Kontinente gleichmässig verbreitet ist, doch scheint keine Art der östlichen und westlichen Hemisphäre gemeinschaftlich anzugehören. Die eigentümliche Verteilung der Geschlechter

in den birn- und kugelförmigen Blütenständen ist sehr bemerkenswert; die Befruchtung wird durch *Gallwespen* (*Blastophagus*) bewirkt.

Die *Feigen* leben in der Jugend nicht selten epiphytisch und können durch Umhüllung des Wirtes diesen vollkommen vernichten (Baumwürger), z. B. *F. bengalensis*, der *Banyan*, welcher später aus zahlreichen Luftwurzeln immer neue Stämme emportreibt und

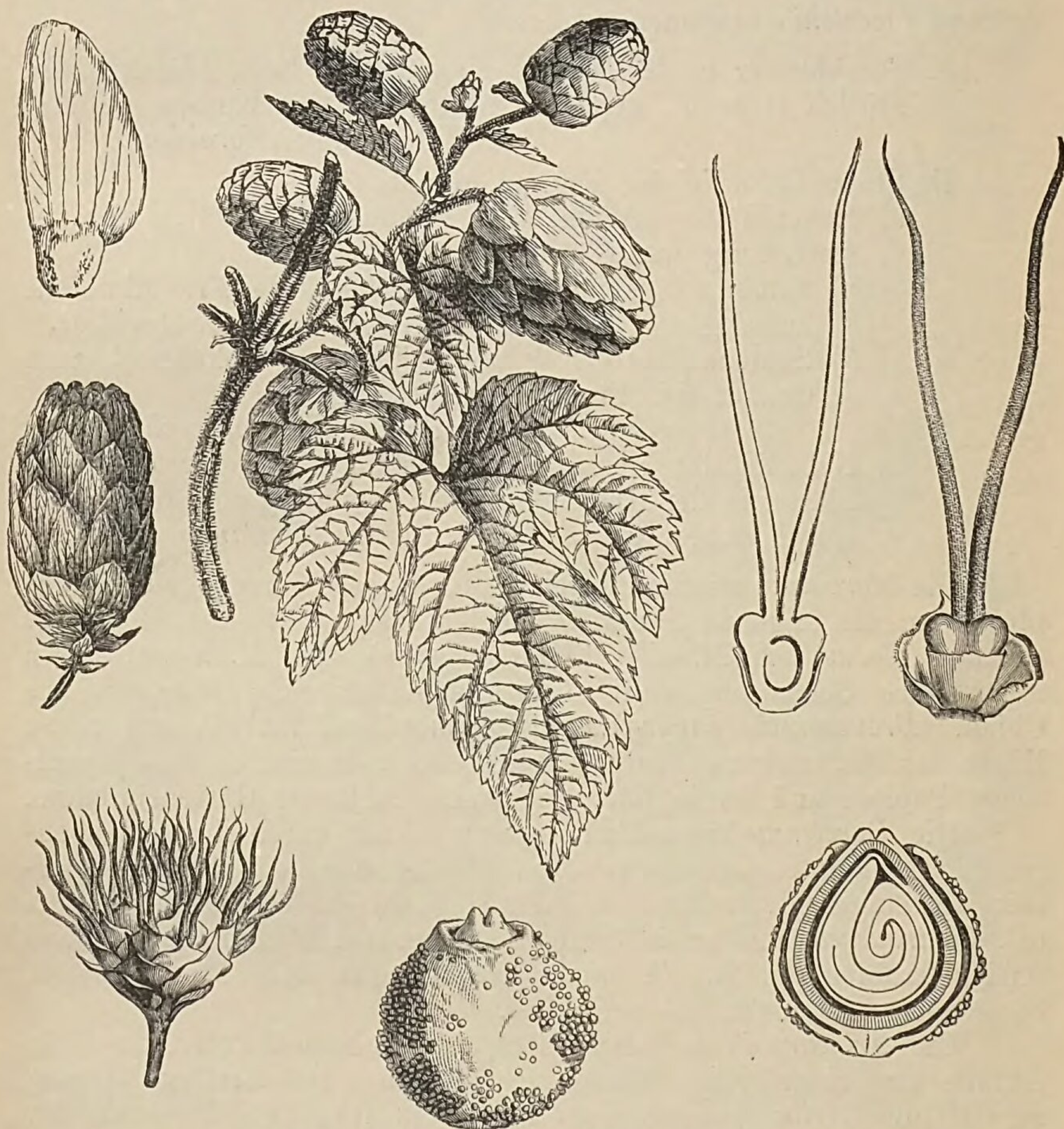


Fig. 127. *Humulus Lupulus:* Fruchttragender Zweig; links: Deckblatt; Fruchtkätzchen; weiblicher Blütenstand; rechts: weibliche Blüte; dieselbe im Längsschnitte; unten: Frucht; dieselbe im Längsschnitte.

so oft ein grosses Terrain überschattet. Der durch eine Schildlaus bewirkte Ausfluss an jungen Aesten ist der *Schellack*. *Ficus elastica* ist der in unseren Stuben häufig kultivierte *Gummibaum*, der ein gutes Kautschuk gibt; *F. Carica* liefert die essbaren *Feigen*.

Die *Conocephaloideae* sind fast alle tropisch; biologisch ist die amerikanische Gattung *Cecropia* von Interesse, weil die meisten Arten einer Symbiose mit Ameisen (von der Gattung *Azteca*) angepasst

sind, die in den durch eine besonders verdünnte Stelle zugänglichen Hohlräumen der Stammglieder Wohnstätten und in den aus einem eigentümlichen, am Grunde des Blattstieles befindlichen Polster ausgesonderten Müllerschen Körperchen Nahrungsmittel finden.

Zu den *Cannaboideae* gehört *Humulus Lupulus*, der *Hopfen,* leicht kenntlich an den tiefhandförmig eingeschnittenen Blättern und den grossschuppigen Fruchtkätzchen (*Strobili Lupuli*); sie waren vordem wegen der lupulinhaltigen Drüsen offizinell; ihre Verwendung beim Bierbrauen ist bekannt (Fig. 127).

Cannabis sativa, der *Hanf,* mit gefingerten Blättern, liefert in seinen bis über 2 cm langen Bastfasern das beste Material zu Stricken. In Indien gezogener Hanf enthält ein narkotisches Harz, dessentwegen die Blätter geraucht werden (*Bhang*), ein aus ihnen hergestelltes Präparat ist *Haschisch,* das als Genuss-, aber auch als Arzneimittel dient.

Fossile Fruchtstände der *Feigen* sind fast nur von *Ficus Carica* aus dem jüngsten Tertiär von Frankreich bekannt, die aber doch ein interessantes Licht über die frühe Existenz der Gattung in Europa werfen. Auf Grund von Blättern sind mehr als 100 Arten der Gattung beschrieben worden, die grösstenteils unsicher genug begründet sind. Auch von *Artocarpus* hat man Blatt- und Blütenstandsreste selbst bis zur Kreide von Grönland verfolgen zu können geglaubt.

Morphologie. Die Blütenkuchen der *Dorstenia*- und *Ficus*-Arten lassen sich leicht durch Uebergänge mit den lockereren, cymösen Verbänden verknüpfen, so dass man mit Recht die *Feigen* als vertiefte *Dorstenien*-Inflorescenzen betrachtet. Die bei den letzteren entwickelten, randlichen Hochblätter bilden bei der *Feige* einen oft sehr reichblättrigen Verschluss der endständigen Oeffnung. Die Blüten sind zuweilen bis auf die Staubblätter reduziert, und nicht immer ist es angängig, die Grenzen einer männlichen Blüte in einer Inflorescenz festzustellen (*Castilloa*).

Die *Moraceae* sind bis auf *Ficus* und seine nächsten Verwandten anemophil, bei dieser aber sind die Vorrichtungen zur Uebertragung des Blütenstaubes oft sehr eigenartig. Immer sind gewisse durch die Kürze des Griffels kenntliche weibliche Blüten zu Gallenblüten bestimmt, die von den Insekten (s. oben) mit einzelnen Eiern belegt werden. Die männlichen Insekten schlüpfen früher aus und befruchten die weiblichen noch im Puppenzustande. Durch die Bewegungen der Gallmücke wird der Blütenstaub übertragen, sei es nun, dass die Befruchtung in derselben Feige sich vollzieht, sei es, dass sich die Mücke bei getrennten Geschlechtern von einer Inflorescenz zur anderen begeben muss. Bei der *Essfeige* wird der Befruchtung dadurch nachgeholfen, dass die von Gallmücken reichlich bewohnten Zweige der wilden *Feige* (*Caprificus*) zwischen die Aeste der kultivierten Bäume gehangen werden.

58. Familie. Urticaceae.

Blüten selten zwittrig, durch Fehlschlag gewöhnlich getrenntgeschlechtlich mit einfacher, 4—5 gliedriger, grüner, zur Fruchtzeit

nicht selten anschwellender Blütenhülle. Die Staubblätter sind in der Knospenlage eingebogen, schnellen elastisch heraus und stehen den Blütenhüllblättern gegenüber. Samenanlage geradläufig aufrecht. Früchte schliess- oder steinfruchtartig, häufig mit der Blütenhülle verwachsen. Der gerade Keimling liegt in einem reichlichen, öligen Nährgewebe. — Einjährige oder ausdauernde Kräuter, selten Holzgewächse, ohne Milchsaft, mit langen Bastfasern, zuweilen mit Brennhaaren; Blätter häufig kreuzgegenständig mit Nebenblättern, einfach oder geteilt; Blüten in verschiedenartigen Cymen, zuweilen in dorsiventralen Verbänden. Sehr allgemein ist das Vorkommen von Cystolithen.

A. Mit Brennhaaren versehen 1. Tribus *Urereae.*

B. Ohne Brennhaare.

a) Männliche Blüten mit 3—5 Staubblättern.

α) Vorblätter frei, keine Hülle bildend.

I. Narbe pinselförmig; von den paarig gestellten Blättern ist häufig eines sehr verkleinert oder fehlgeschlagen 2. Tribus *Procrideae.*

II. Narbe nicht pinselförmig 3. Tribus *Boehmerieae.*

β) Deckblätter an den Stielen der Seitenblüten heraufgewachsen und mit den Vorblättchen eine Hülle um sie bildend 4. Tribus *Parietarieae.*

b) Männliche Blüten mit einem Staubblatte 5. Tribus *Forskohlieae.*

Zu den *Urereae* gehört *Urtica dioica,* unsere *grosse Nessel;* sie ist fast über die ganze nördliche Erdhälfte verbreitet, die sehr

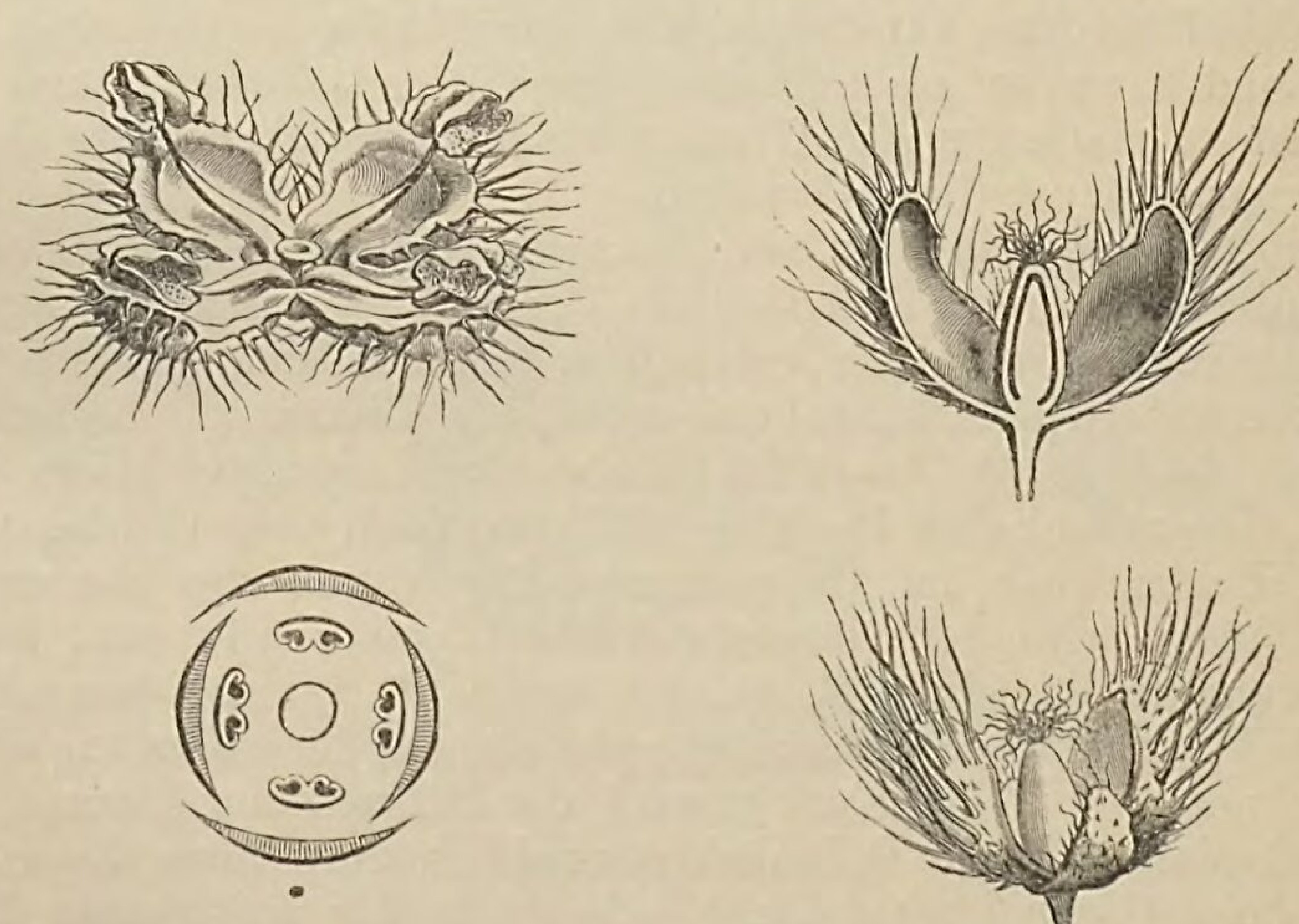


Fig. 128. *Urtica pilulifera:* links: männliche Blüte und Diagramm derselben; rechts: weibliche Blüte und dieselbe im Längsschnitte. (Nach Baillon.)

feinen Bastfasern wurden früher zu Geweben verwendet; *U. urens* mit androgynen Blütenständen ist niedriger und gleichfalls weit ver-

breitet. *U. pilulifera* (Fig. 128), mit kugeligen, weiblichen Blütenständen, brennt sehr heftig, ist in Deutschland und sonst verbreitet. *U. ferox* von Neuseeland hat fast 1 cm lange Brennstacheln. Auch *Laportea* ist durch heftig stechende Brennhaare berüchtigt, besonders werden *L. stimulans* und *L. decumana*, beide aus Malesien, als sehr gefürchtet erwähnt; die Wirkungen der Brennhaare werden aber von Reisenden stark übertrieben.

Die *Procrideae* umfassen nur Gattungen der wärmeren Gegenden, von denen *Pilea* über 100 Arten in den Tropen beider Hemisphären umschliesst. *P. muscosa*, ein zierliches Kraut aus Mexiko, wird in Warmhäusern kultiviert.

Zu den *Boehmerieae* zählt *Boehmeria nivea*, die *Ramie*-Pflanze oder *Chinagras* aus Ostasien, dessen seidenweiche, glänzende Faser ein vortreffliches Gewebe gibt.

Die *Parietarieae* sind bei uns vertreten durch *Parietaria officinalis*, die in Mitteleuropa und den Mittelmeerländern an einzelnen Orten häufig ist.

Die *Forskohleeae* wachsen in Afrika und Asien, z. B. *F. tenacissima* mit sehr festen Bastfasern.

Von fossilen Resten ist zunächst die aus dem Bernstein von Conwentz beschriebene Blüte zu erwähnen, welche durchaus mit denen der *Forskohleeae* übereinstimmt (*Forskohleanthemum nudum*). Ausserdem werden die Blätter, die man als *Credneria, Protophyllum* und *Macclintockia* beschrieben hat, hierher gerechnet; die ersteren beiden sind der Kreide, die letzte ist dem Miocän angehörig. Jene gehören vielleicht zusammen und erinnern an *Laportea*, diese hat Aehnlichkeit mit gewissen Arten von *Elatostema.*

Morphologie. Bemerkenswert ist für die Urticaceen mit kreuzgegenständigen Blättern, dass die Nebenblätter sich ganz ähnlich ausbilden, wie bei den *Galieae*, nur dass sie später im Wachstume zurückbleiben. Die Blütenstände werden allgemein auf den dichasialen Typus zurückgeführt; bei *U. membranacea* sind sie lang bandförmig und nur auf der Oberseite mit Blüten beladen; während der Entstehung ist der Blütenstand mit der Unterseite dem unter der Infloreseenz stehenden Blatte fest angedrückt und kann somit dort keine Blüten erzeugen. Die Brennhaare sind am Grunde blasig erweitert und die Blase steht unter einem Drucke, der durch die benachbarten Oberhautzellen ausgeübt wird; bricht bei der Berührung die stark verkieselte Spitze des Haares ab, so wird die in ihm enthaltene Flüssigkeit (man sagt Ameisensäure) in die Wunde gespritzt. Verbreitet sind Cystolithen, die aber auch bei Moraceae und Ulmaceae vorkommen und deswegen nicht zur Erkennung der Urticaceae dienen können; die Form derselben (häufig quer spindelförmig) ist für gewisse Gruppen konstant. In getrocknetem Zustande erscheinen sie auf der Blattoberfläche als Strichelchen oder Körnchen.

Die Urticaceen sind durchgehends windblütig, sie haben keine Nektarien in den Blüten.

7. Reihe. Proteales.

Blüten cyklisch mit einfacher, blumenblättriger Hülle, strahlig oder zygomorph, gewöhnlich 4gliedrig, die Staubblätter vor den Blättern der Hülle. Fruchtblätter einzeln.

59. Familie. Proteaceae.

Blüten gewöhnlich zwittrig, strahlig oder zygomorph mit einfacher, oft blumenkronenartig gefärbter, 4teiliger Hülle. 4 Staubgefässe vor den Hüllblättern und mit ihnen mehr oder minder, oft sehr weit verwachsen. Fruchtknoten meist gestielt, aus einem Fruchtblatt gebildet mit mehreren oder nur einer hängenden, gewendeten Samenanlage. Frucht nuss- oder balgfruchtartig, gewöhnlich stark verholzt. — Holzgewächse mit lederartigen, ganzen oder geteilten, selten gefiederten Blättern, ohne Nebenblätter. Blüten einzeln oder gepaart in den Achseln von Deckblättern, zu traubigen oder kopfigen Aggregaten verbunden.

Sie finden sich nur auf der südlichen Hemisphäre bis auf *Helicia* und einige wenige andere Formen, die den Aequator überschreiten, hauptsächlich am Kap und in Australien. Man unterscheidet 2 Tribus: die *Persoonioideae* mit Nüsschen, wozu *Protea* und *Leucadendron* (*L. argenteum*, der Silberbaum), beide vom Kap, die erstere noch bis Abyssinien gehend, gehören, und die *Grevilleoideae* mit Balgkapseln, welche die grössten Gattungen *Grevillea* mit fast 200 Arten, und *Hakea* mit 100 Arten, beide aus Australien, umschliessen. Hieher zählt auch *Roupala* mit oft gefiederten Blättern aus Südamerika.

Die fossilen Proteaceae haben einst eine grosse Rolle gespielt, da man aus dem Tertiär und selbst schon aus der Kreide äusserst zahlreiche Blätter für zu ihnen gehörig erklärt hat. Gegenwärtig ist man überzeugt, dass der allergrösste Teil nicht für Proteaceenreste angesehen werden kann, sondern dass diese Blätter eher zu *Myrica* zählen. Auch die Samen sind sehr zweifelhaft geworden, da dieselben geflügelten Formen vielen Familien eigen sind. Besonders auffallend wäre bei dem häufigen Vorkommen der Familie das absolute Fehlen der harten, holzigen, für die Aufbewahrung besonders geeigneten Früchte. Auch die als *Petrophiloides* bestimmten Fruchtstände aus dem Tertiär werden neuerdings für *Alnus*- und *Sequoia*-Zapfen angesehen.

Morphologie. Die Blüten der Proteaceae sind bemerkenswert wegen der Diagonalstellung der Blütenhüllblätter. In den zygomorphen Blüten vollzieht sich eine Reduktion der Staubblätter, die zunächst das in der Symmetrale vordere oder hintere Staubblatt treffen kann (*Synaphea*, *Conospermum*), das gegenüberliegende bleibt vollständig, die benachbarten verlieren aber eine halbe Anthere.

Reichlicher Honig und oft auffallend schön gefärbte, nicht selten eigentümlich gestaltete Blüten weisen auf Insektenbestäubung hin.

8. Reihe. Santalales.

Blüten cyklisch mit einfacher, wenig, seltener auffällig gefärbter Hülle; Staubblätter in einfacher oder doppelter Zahl derselben; im ersten Falle vor den Blättern der Hülle. Fruchtblätter 2—3 mit je einer vom Scheitel herabhängenden Samenanlage. Zuweilen sind Samenleisten und Samenanlagen nicht differenziert, die Embryosäcke liegen vielmehr im Gewebe des unterständigen Fruchtknotens.

60. Familie. Loranthaceae.

Blüten fast stets strahlig, zwittrig oder getrenntgeschlechtlich mit einfacher, meist gefärbter Blütenhülle, die zuweilen aussen von einem becherförmigen Calyculus umgeben wird. Staubblätter sind

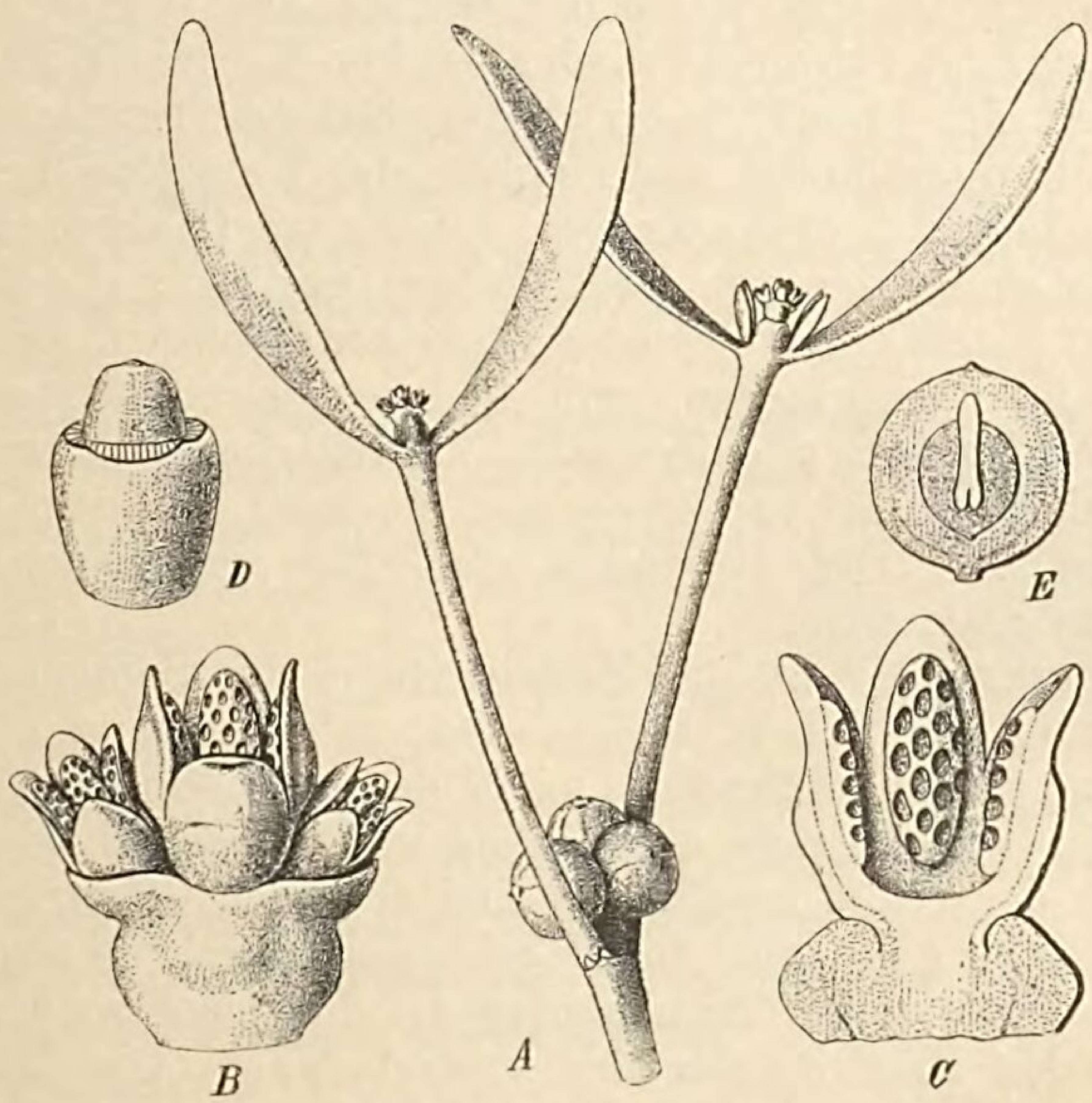


Fig. 129. *Viscum album.* *A* Zweig einer weiblichen Pflanze; *B* männliche Blüte; *C* dieselbe im Längsschnitte; *D* weibliche Blüte.

so viel wie Abschnitte der Hülle vorhanden, sie stehen vor denselben. Der Fruchtknoten ist unterständig, selten mit deutlicher Samenleiste; gewöhnlich liegen die Embryosäcke in einer dichten Gewebsmasse. Die Frucht ist steinfruchtartig, schleimig. — Sie sind fast ausnahmslos auf Bäumen lebende, grüne Halbparasiten von halbstrauchigem Wuchse, mit kreuzgegenständigen, oft lederartigen Blättern und nicht selten schön gefärbten, zuweilen aber grünen und unansehnlichen Blüten.

Die *Loranthoideae* besitzen einen Calyculus. — *Nuytsia floribunda* ist eine der wenigen terrestrisch wachsenden Arten, ein hoher

Baum von Westaustralien. Die Gattung *Loranthus* umfasst mehr als 200 meist tropische, zum Teil prachtvolle, vielfarbige Blüten erzeugende Gewächse; in Europa wächst nur *L. europaeus* auf Eichen, schon von Sachsen und Böhmen an; er hat gelbe Beeren und laubige, abfallende Blätter.

Die *Viscoideae* entbehren des Calyculus: *Arceuthobium Oxycedri* berührt noch die südlichen Grenzen der deutschen Flora und ist bemerkenswert durch die Reduktion der Blätter auf Schuppen. *Viscum album* (*Mistel*) mit lederartigen, gelblichgrünen Blättern, zuweilen gelben, meist weissen Beeren (erstere ist die auf Kiefern gedeihende *var. laxa*), wächst durch ganz Europa auf sehr verschiedenen Holzgewächsen, sogar auf *Loranthus,* sehr selten aber auf Eichen.

Morphologie. Die Loranthaceae sind meist mittels Haustorien auf ihrem Wirte befestigt, später entwickeln sich, wie bei der *Mistel*, zwischen Rinde und Holz hinkriechende Rindensaugstränge, die mit der freien Spitze das Leptom resorbieren, während sie weiter hinten innigst mit den Geweben des Wirtes verwachsen sind; von ihnen aus dringen wieder Senker in den Wirt ein. Die durch den Reiz des Fremdkörpers an dem Substrat bewirkten Wucherungen sind oft eigentümlich und nehmen, durch einzelne mexikanische Loranthaceae bewirkt, das Aussehen von Rosen (Holzrosen) an.

Die Blüten werden von Deckblättern gestützt, die den Stielen oft anwachsen; häufig sind cymöse Endverzweigungen, auch Blütenscharen sind in mannigfachen, zum Teil sehr reichblütigen Verhältnissen bei *Dendrophthora* entwickelt; Vorblättchen sind nicht immer vorhanden; sind sie da, so verwachsen sie gern mit dem Deckblatte zu einem Becher. Der Calyculus wird für eine Wucherung des Achsenbechers angesehen.

Sehr merkwürdig ist die Entwickelung der Samenanlagen: In der Aushöhlung der Achse, welche den ersten Anfang der Bildung des unterständigen Fruchtknotens nach der gewöhnlichen Weise einleitet, entsteht vom Grunde aufsteigend ein Placentarhöcker, der an 3 Stellen mit der Wand verschmilzt und so einen 3fächrigen Fruchtknoten erzeugt. Aus ihm entwickeln sich durch Wucherung bestimmter Epidermiszellen Samenanlagen, die sich wieder auf das innigste mit den Fruchtknotenwänden verbinden. Die Embryosäcke wachsen später im Gewebe des Fruchtknotens oder des Griffels hoch empor und den Pollenschläuchen entgegen.

Da die Zahl der Embryosäcke bei den Loranthaceae immer eine mehrfache ist und zugleich der Zahl der Samenanlagen entspricht, so kann die Mehrzahl der Embryonen in der Frucht von *Viscum album* nicht als ein Fall von Polyembryonie angesehen werden.

Die Bestäubung der Loranthaceae erfolgt bei den farbenprächtigen Formen durch Insekten und selbst bei den unansehnlich blühenden nicht durch den Wind. Zwischen Belegung der Narbe mit Pollen und dem Vollzug der Befruchtung liegt bei *Viscum* der ganze Herbst und Winter. Das in den Früchten entwickelte Viscin (Vogelleim) hat die biologische Aufgabe, nach dem Verspeisen der saftigen Hülle durch Vögel zur Befestigung des Samens an den Zweigen der Bäume zu dienen.

61. Familie. Myzodendraceae.

Auf Chile beschränkt in einer Gattung, die als Halbschmarotzer auf der Gattung *Nothofagus* gedeiht. Die Früchte sind mit langen Borsten bekleidet.

62. Familie. Santalaceae.

Blüten zwittrig oder durch Fehlschlag eingeschlechtlich, strahlig, mit einfacher, kelch- oder blumenkronenartiger, 4—5gliedriger Hülle und ebensovielen, vor den Abschnitten stehenden Staubblättern. Fruchtknoten unterständig mit 1—3, von einer zentralen Samenleiste herabhängenden Samenanlagen. Frucht nüsschen- oder steinfruchtartig. — Kräuter oder Holzgewächse, die nicht selten auf den Wurzeln anderer Gewächse schmarotzen, mit ungeteilten, nebenblattlosen, zuweilen nur schuppenförmigen Blättern. Blüten gewöhnlich klein, zu meist reichblütigen, botrytischen Aggregaten verbunden.

Die *Anthoboleae* besitzen einen nur in den Diskus eingesenkten Fruchtknoten. Die australische Gattung *Exocarpus* hat zur Fruchtreife fleischig verdickte Blütenstiele, die teilweise essbares Obst liefern (*E. cupressiformis*).

Die *Osyrideae* haben eine gewöhnlich nicht röhrig verlängerte Blütenhülle. *Santalum album* aus Ostindien und *S. Freycinetianum* von den Sandwichinseln geben weisses und gelbes *Sandelholz*.

Die *Thesieae* besitzen eine röhrig verlängerte Blütenhülle. Bei uns wachsen nur Arten der Gattung *Thesium*, Wurzelschmarotzer mit schmallinealen Blättern und kleinen, grünlichweissen Blüten, z. B. *Th. montanum*.

Auf Grund der oben berührten Meinung von der neuholländischen Facies unserer Tertiärflora hat man auch viele fossile Santalaceen zu erkennen geglaubt (*Exocarpus radobojensis, Leptomeria flexuosa* etc.), die aber alle sicher falsch gedeutet sind. Von Blüten werden aus dem Bernstein *Thesianthemum inclusum* und 2 Arten von *Osyris* beschrieben.

Morphologie. Die Haustorien oder Sauger, mittels deren die Pflanzen an dem Wirte festgehaftet sind und ihre Nahrung entnehmen, bestehen aus zwei Teilen: der Haftscheibe und dem Saugfortsatz oder Senker. Viele Santalaceae sind von dem *Spartium*-Typus, d. h. sie stellen nur mit Schuppenblättern versehene, geriefte Rundsprosse dar. In den Vertiefungen liegen die Spaltöffnungen; das Assimilationsgewebe befindet sich in randlich gelegenen Zellzügen. Der xerophile Charakter vieler wird durch eine doppelte Epidermis und stark verdickte Aussenwände ihrer Zellen, sowie reichliches Hypoderm dokumentiert.

Die Blüten stehen in den Achseln von Deckblättern, die mit 2 Vorblättchen zusammen manchmal eine Art Involucrum bilden; die ersteren sind nicht selten dem Blütenstiele angewachsen. Auch die

einem Kelche äusserlich ähnlichen, mit den Blättern der Hülle wechselnden, auf dem Fruchtknoten sitzenden Zähnchen werden gegenwärtig für eine angewachsene Hochblatthülle angesehen. Nach Analogie mit den *Grubbiaceae* wird die epipetale Stellung der Staubblätter durch einen abortierten äusseren Staminalkreis erklärt.

Die Santalaceae sind entomophil; sehr eigentümlich ist die Entwickelung der Samenanlagen nach der Belegung mit Pollen. Die Spitze der Samenleiste wächst in eine Höhlung der Fruchtknotendecke und dient als Pollenleiter. Der Embryosack tritt zuweilen weit aus dem Nucleus hervor und zieht sich später in den Nabelstrang hinein.

63. Familie. Grubbiaceae.

Sie umschliesst nur eine Gattung mit 3 Arten am Kap, welche kleine Sträucher mit schmalen Blättern darstellen.

64. Familie. Olacaceae.

Sie ist ausschliesslich tropisch und schliesst sich eng an die Santalaceae und Loranthaceae an. Von letzteren unterscheidet sie sich durch den nicht gefächerten Fruchtknoten, von den ersteren werden sie durch das Vorhandensein eines Kelches getrennt.

Interessant ist für uns nur *Ximenia americana*, welche die Küstenländer der Tropen beider Hemisphären in völlig übereinstimmender Gestalt bewohnt; je eine andere Art wächst in Brasilien, am Kap und in Neukaledonien.

65. Familie. Balanophoraceae.

Die Blüten sind fast stets durch Fehlschlag getrenntgeschlechtlich, 1- oder 2häusig; die männlichen Blüten mit 1—2 Staubgefässen, von einer einfachen, 3—4lappigen, gefärbten Hülle umgeben; die weiblichen, aus einem 1—3gliedrigen Fruchtknoten bestehend, entbehren gewöhnlich der Hülle. Die Samenanlagen sind einzeln, gewöhnlich ohne Integumente, oft mit der Fruchtknotenwand verwachsen und bis auf den Embryosack reduziert. Die Frucht ist nuss- oder steinfruchtartig. — Fleischige, chlorophyllose Wurzelschmarotzer, welche dem Substrat an einer eng begrenzten Stelle aufsitzen. Die kleinen Blüten bilden meist kopfige oder verlängerte Kolben. Die Blätter sind schuppenförmig.

Sie sind über die ganze Erde verbreitet, kommen aber hauptsächlich den Tropen zu; nur *Cynomorium coccineum* findet sich noch in Süd-Europa.

9. Reihe. Aristolochiales.

Blüten cyklisch mit einfacher, gefärbter, verwachsenblättriger Hülle. Fruchtknoten unterständig, mehr- (4—6-)fächrig mit innenwinkelständigen Samenleisten oder 1fächrig mit wandständigen Samenleisten, die viele gewendete Samenanlagen tragen.

66. Familie. Aristolochiaceae.

Die Blüten sind zwittrig, strahlig oder sehr unregelmässig mit einfacher, gefärbter, gewöhnlich nach der Dreizahl gebauter Hülle. Staubblätter 6—∞, entweder frei oder gewöhnlich mit dem Griffel verwachsen. Der Fruchtknoten ist unterständig, 4- oder 6fächrig und der Griffel trägt eine kurze strahlige Narbe. Die Samenanlagen sind zahlreich, horizontal oder hängend, gewendet. Die kapselartige Frucht springt meist septicid von unten nach oben auf. — Durch eine horizontale Grundachse kriechende Kräuter oder schlingende Sträucher, seltener aufrechte Stauden mit knolligem Rhizome. Die Blätter sind gewöhnlich herz- oder nierenförmig und gestielt, ohne echte Nebenblätter, Blüten achsel-, selten endständig. Sie sind über die ganze Erde verbreitet, am zahlreichsten im heissen Südamerika.

Die *Asareae* sind Stauden mit regelmässiger Blütenhülle. — Die einzige Gattung ist *Asarum*, die bei uns das an Aroma reiche *A. europaeum* enthält.

Die *Apameae* sind Holzpflanzen mit regelmässiger Blütenhülle, die nur in Ostindien und Malesien wachsen.

Die *Aristolochieae* haben eine zygomorphe Blütenhülle. In Europa ist am häufigsten *A. Clematitis*, die auch in Deutschland, wahrscheinlich aber meist nur als Kulturflüchtling weit verbreitet ist, da sie schon in den ältesten Klostergärten gebaut wurde. *A. Serpentaria* aus den Vereinigten Staaten Nordamerikas liefert die *Radix Serpentariae*.

Einige Arten finden sich im Mittelmeergebiete, die meisten in Südamerika, von denen *A. ornithocephala* mit Blüten, die einem Vogelkopfe gleichen und *A. gigantea* mit über 40 cm im Durchmesser haltender, wie ein Stück Kattun aussehender Blüte in Warmhäusern kultiviert werden.

Morphologie. Bei einigen Arten vergrössern sich die (adossierten) Primärblätter von Achselsprossen so, dass sie wie intrapetiolare Nebenblätter aussehen. Die achselständigen Blüten bilden nicht selten zickzackförmig geordnete oder streng in eine Reihe gestellte seriale Scharen. Die Pollenübertragung geschieht durch Insekten: bei *A. Clematitis* ist die Blüte proterogynisch; die kleinen Dipteren müssen bei dem Besuch eine im Halse der Blütenhülle angebrachte Reuse von nach unten gerichteten Haaren durchwandern, die den Rückweg versperrt. Nachdem aber die Antheren aufgesprungen sind, vertrocknen die Reusenhaare und entlassen das mit Blütenstaub bepuderte Insekt. Während im weiblichen Zustande die Blüte mit geöffnetem Schlunde aufrecht steht, wird sie nach geschehener Befruchtung durch den sich senkenden Oberlappen geschlossen und neigt sich dann nach unten.

Anatomisch sind die Aristolochiaceae durch das Vorhandensein von Oelzellen in den Blättern, durch Gruppen verkieselter Zellen und sehr weite Gefässe und spät auftretendes Interfascicularcambium ausgezeichnet.

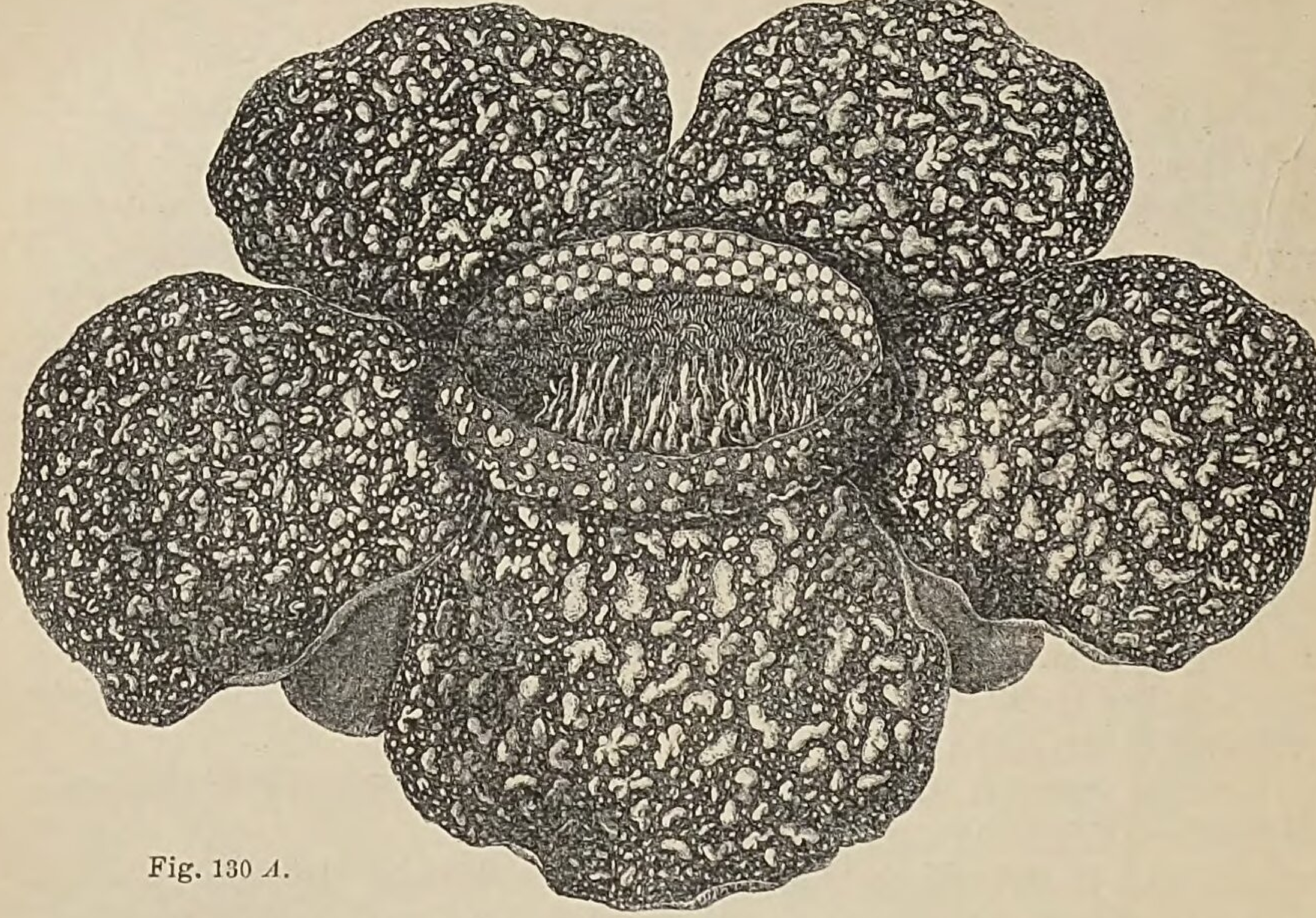


Fig. 130 *A*.

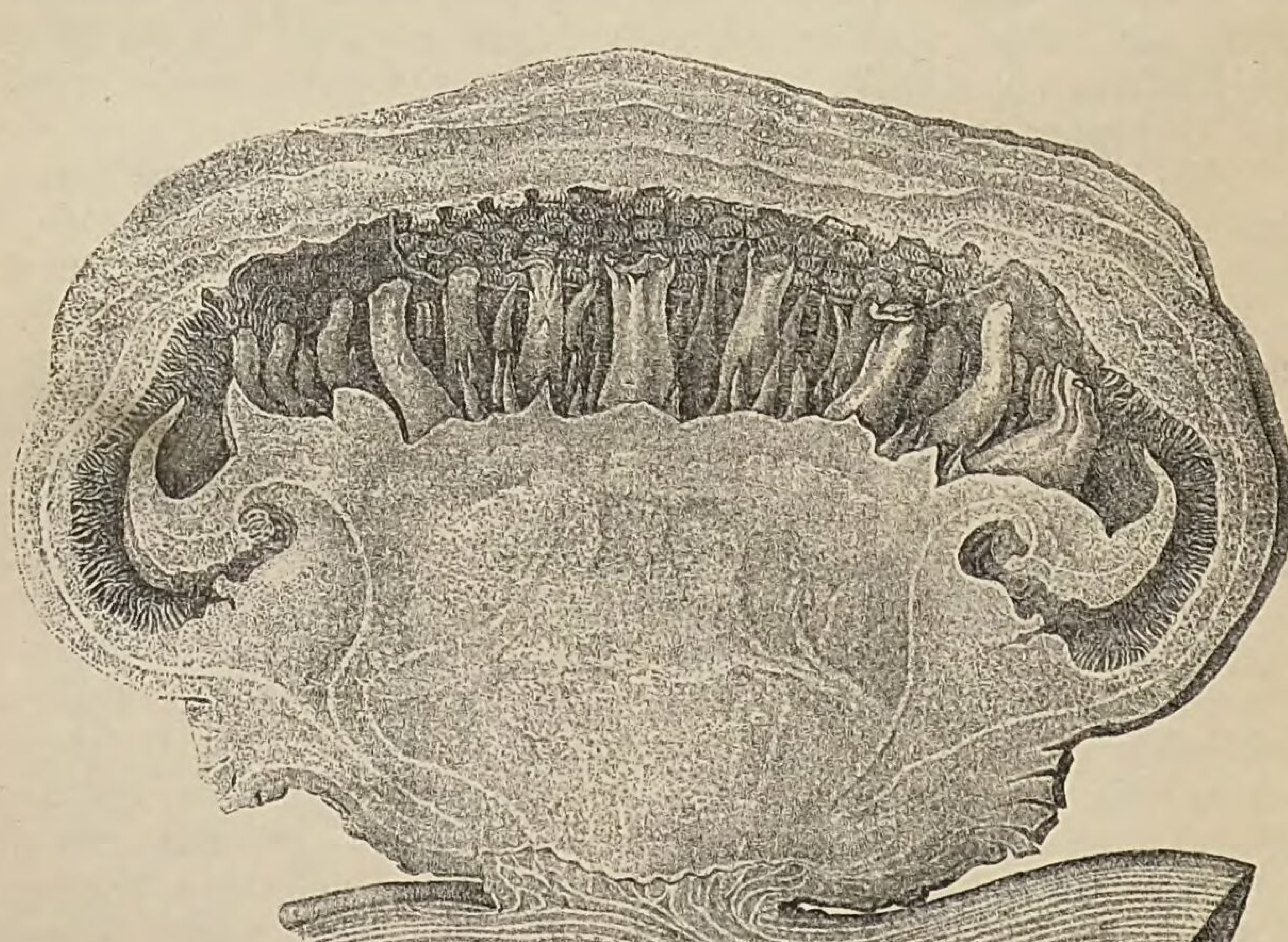


Fig. 130 *B*.

Fig. 130. *Rafflesia Arnoldii.* *A* Blüte von oben; *B* dieselbe im Längsschnitte; *C* Teil aus dem Androeceum; *D* Samenanlagen (nach R. BROWN).

67. Familie. Rafflesiaceae.

Die Blüten sind fast stets durch Fehlschlag eingeschlechtlich, strahlig, mit einfacher, fleischiger Blütenhülle. Der unterständige, 1fächrige Fruchtknoten enthält 4—8 wandständige Samenleisten oder

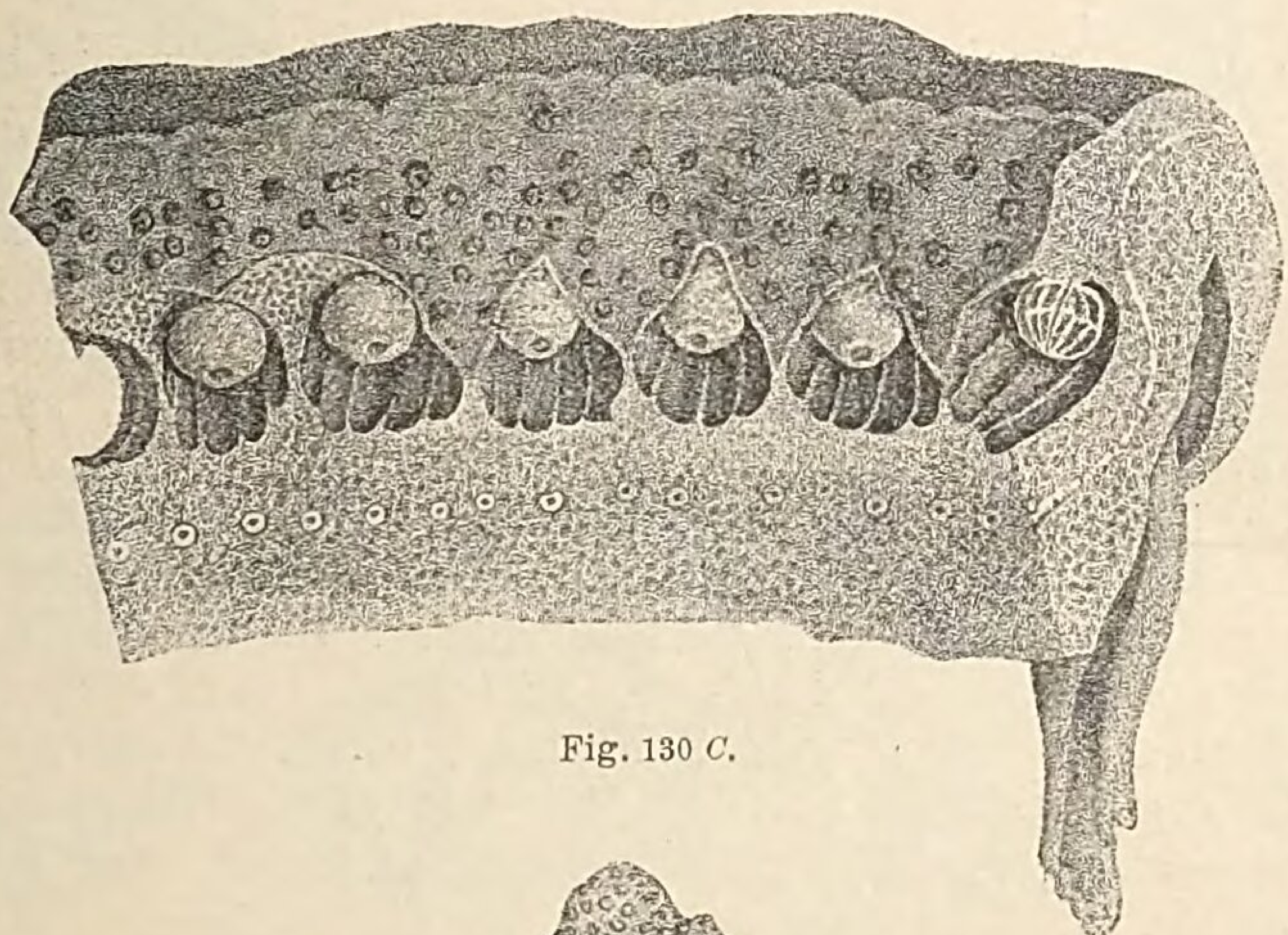


Fig. 130 *C.*

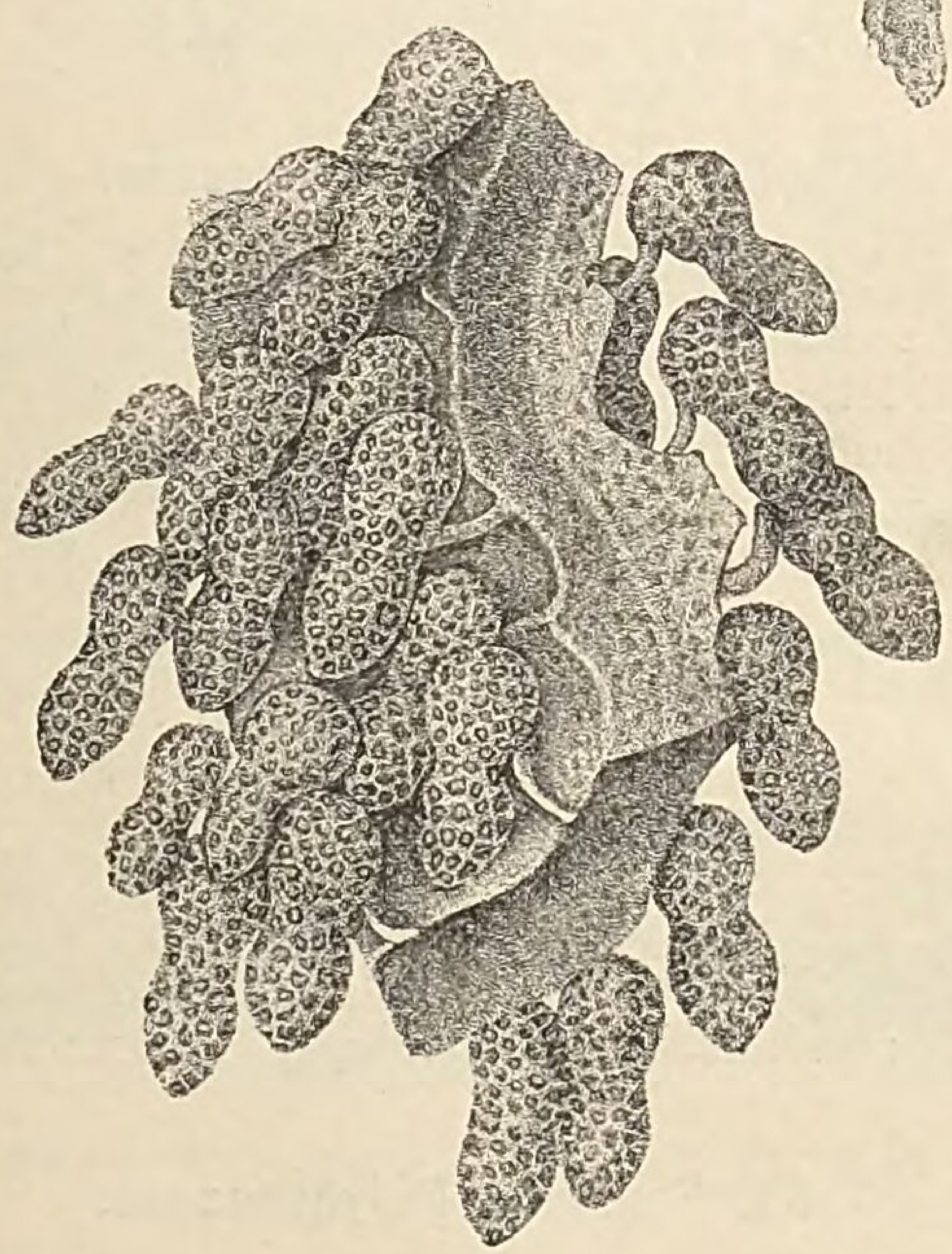


Fig. 130 *D.*

er ist regellos vielkammerig, die Kammerwände sind mit meist aufrechten Samenanlagen bedeckt. Der Griffel stellt eine vielgestaltige Säule dar, die von einer Scheibe abgeschlossen wird. An der Unter-

seite des Scheibenrandes liegt in der weiblichen Blüte die Narbenfläche, in der männlichen sind hier die Staubblätter befestigt. Die Frucht ist fleischig, beerenartig mit vielen, sehr kleinen, von knochenharter Schale umgebenen Samen, die einen rudimentären, kugeligen Keimling einschliessen. — Sie sind chlorophyllose Wurzel- oder Stammschmarotzer ohne oberirdische vegetative Organe; die am Grunde mit Schuppen besetzten Blüten brechen unmittelbar aus dem Substrat hervor.

Rafflesia Arnoldii (Fig. 130) hat die grösste bekannte Blüte mit 1 m Durchmesser, sie schmarotzt in Sumatra auf *Cissus papillosa*; die anderen 5—6 Arten sind ebenfalls malesisch. *Pilostyles Haussknechtii* wächst auf jenen *Astragalus*-Arten des westlichen Asiens, welche den Traganth liefern; sie hat ein Blümchen von wenig über Stecknadelkopfgrösse. *Cytinus Hypocystis* ist ein Schmarotzer auf Cisststräuchern des Mittelmeergebietes, von schöngelber, später rötlicher Färbung.

Morphologie. Der vegetative Teil dieser Schmarotzer durchwuchert nach Art eines Pilzmycels, dessen Fäden sich in dem Leptom vielfach verzweigen, die Nährpflanze. Sie dringen dann, das Cambium erreichend und dieses durchbrechend, bis in das junge Holz vor und wachsen mit dessen Zunahme interkalar weiter. Vor der Blütenbildung entstehen aus den Fäden rundliche Gewebeballen, in denen sich endogen ein Vegetationspunkt ausbildet, der die Blüten erzeugt.

68. Familie. Hydnoraceae.

In enger Verwandtschaft mit voriger Familie unterscheiden sie sich durch zwittrige, 3—4gliedrige Blüten, deren Fruchtknoten von drei aus Platten aufgebauten Narbenrändern geschlossen wird. Die Samen enthalten Endo- und Perisperm.

2 Gattungen, von denen *Hydnora* auf verschiedenen Wurzeln schmarotzend Afrika bewohnt (z. B. *H. africana*), während *Prosopanche Burmeisteri* in Argentina *Prosopis*arten oft so massenhaft bewohnt, dass die Blüten in gewissen Gegenden als Schweinemast dienen.

10. Reihe. Polygonales.

Blütenhülle gewöhnlich einfach, strahlig. Fruchtknoten oberständig, aus einem Fruchtblatt gebildet mit einer einzigen aufrechten, geraden, selten gewendeten Samenanlage. Blätter mit einer Ochrea.

69. Familie. Polygonaceae.

Die Blüten sind cyklisch oder spiralig in den Blütenhüllen, meist zwittrig, zuweilen durch Fehlschlag eingeschlechtlich und nach sehr verschiedenen Zahlenverhältnissen gebaut. Die Staubblätter sind häufig teilweise durch Spaltung vermehrt. Der Fruchtknoten ist 3- (2—4)-gliedrig, 1fächrig mit einer einzelnen geraden oder gewendeten, auf-

rechten Samenanlage. Die Frucht wird nussartig. Der Same enthält ein reichliches, mehliges Nährgewebe und einen geraden oder gekrümmten Keimling. — Kräuter, seltener Holzgewächse mit spiralig gestellten Blättern, deren Spreiten auf dem Rücken der

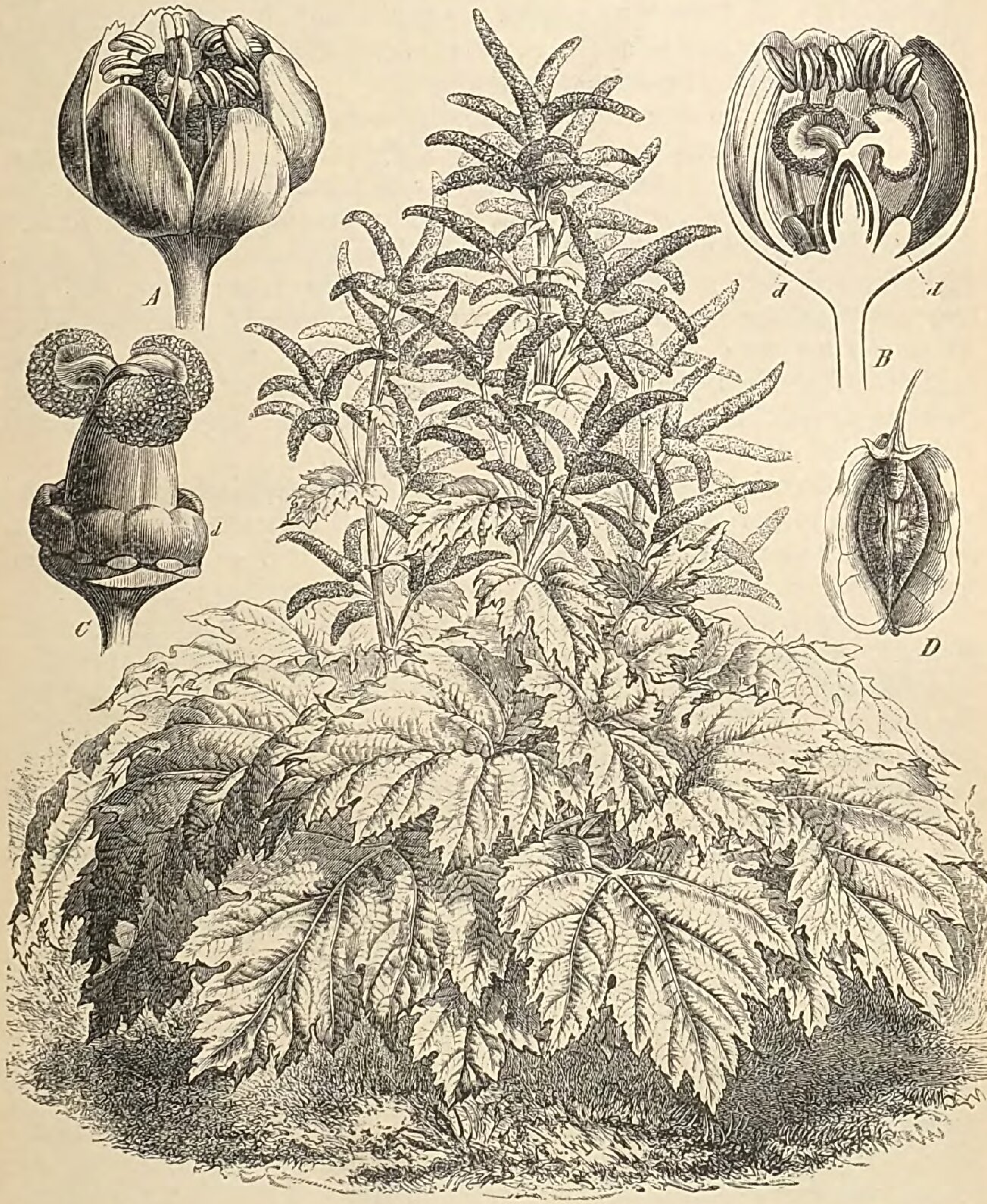


Fig. 131. *Rheum officinale.* Ganze Pflanze: *A* Blüte; *B* dieselbe im Längsschnitte; *C* Fruchtknoten, *d* Discus; *D* Frucht (nach LUERSSEN).

geschlossenen Nebenblattscheide (Ochrea) sitzen. Die Blüten sind klein und stehen in komplizierten Inflorescenzen, die gewöhnlich wicklig ausgehen.

Die *Rumicoideae* haben rein cyklische Blüten. — *Rumex* ist gekennzeichnet durch ungeflügelte Früchte, die aber durch die Ver-

grösserung der inneren Blütenhüllblätter zuweilen geflügelt erscheinen; *R. acetosa* (*Sauerampfer*) wird wegen des Säuregehaltes der Blätter gern als Gemüse gegessen. *Rheum* besitzt geflügelte Früchte; *R. officinale* (Fig. 131), besonders im südlichen China und Tibet heimisch, liefert den Rhabarber, welcher zur See verschifft wird (*Radix Rhei cantonensis*); die früher allgemein benutzte, auf dem Ueberlandwege über Moskau kommende Droge wird besonders in Westchina von *R. palmatum* var. *tanguticum* gewonnen.

Die *Polygonoideae* haben fast allgemein cyklische Blüten. Die etwa 150 Arten umfassende Gattung *Polygonum* ist über die ganze Erde verbreitet; sie besitzt auch in der arktischen Zone Vertreter (*P. viviparum*). In der Tracht ist sie sehr mannigfach. *P. aviculare* (*Vogelknöterich*) ist eine der verbreitetsten Pflanzen mit niederliegendem, 1jährigem Stengel; von ihr stammt die *Herba Homeriana,* die betrügerischerweise als heilkräftig gegen Schwindsucht gepriesen wird; *P. tinctorium* wird vielfach in Gärten kultiviert, in China gibt sie Indigo. Zu *Fagopyrum,* durch gefaltete Keimblätter von voriger Gattung verschieden, gehört *F. esculentum*, die auf sandigen Aeckern vielfach gebaut wird (*Buchweizen, Heidekorn*).

Die *Coccoloboideae* sind eine ausschliesslich tropische Gruppe und von beiden vorhergehenden durch zerklüftetes Nährgewebe verschieden. — *C. uvifera* aus Westindien liefert eine Art Kino. — In den hohlen Zweiggliedern von *Triplaris* aus Süd-Amerika wohnen Ameisen.

Morphologie. Den verschiedensten äusseren Bedingungen angepasst, sind die Polygonaceae von äusserst mannigfaltigen Formen. — Die Wurzeln erzeugen zuweilen Knospen (*Rumex acetosella*). Der Stengel ist gewöhnlich stark knotig gegliedert, bei *Mühlenbeckia platyclada* auf den australischen Inseln sind die Zweige blattartig verbreitert; die den Wüsten eigentümlichen Formen zeigen häufig equisetoiden Wuchs. Die Polygonaceae sind anatomisch nicht scharf charakterisiert; weit verbreitet sind Krystalle von oxalsaurem Kalke; in den Wurzeln von *Rheum* ist viel Chrysophansäure enthalten.

Die Blütenstände sind ziemlich mannigfaltig in ihrem Aufbau. Die Blüten stehen selten einzeln in den Achseln der Deckblätter (*Pterostegia*), gewöhnlich bilden sie umfangreiche Rispen, die aus verschieden gebauten, endlich aber cymös, besonders wickelig auslaufenden Sonderblütenständen aufgebaut werden. Die einfachsten Blüten zeigt *Koenigia islandica* mit je einem 3gliedrigen Blütenhüll- und Andröcealkreise, beide in wirteliger Anreihung und miteinander wechselnd. 3gliedrig sind auch die Kreise bei *Rumex,* wobei jede der beiden genannten Formationen dicyklisch ist; die Staubblätter stehen gepaart vor den äusseren Perigonblättern. *Rheum* unterscheidet sich dadurch, dass häufig noch ein innerer, trimerer Staubblattkreis hinzukommt.

Die Blüten der Gattung *Polygonum* entstehen in absteigender Folge, so dass zwei seitliche Blütenblätter zuerst, dann ein zwischen ihnen gelegenes, endlich zwei oder zuweilen nur ein vorderes auftreten; inzwischen erscheinen auch die Staubblätter und zwar vor den grossen, seitlich hinteren Perigonblättern gepaart, auch vor

einem der vorderen tritt zumeist ein Paar auf, vor den beiden anderen Perigonblättern ein einzelnes Staubblatt, so dass die Zahl der Staubblätter gewöhnlich 8 beträgt. Durch Reduktion kann aber die Zahl bis auf 4 sinken, so dass dann decussierter Bau vorzuliegen scheint.

Die Polygonaceae sind entweder anemophil mit grossen, oft vielfach zerschlitzten Narben (*Rumex*) oder entomophil mit intrafloralen Honigdrüsen (*Polygonum, Rheum*). Verbreitungseinrichtungen der Früchte durch Flügel, Haarbildungen, Stacheln, Schwimmapparate sind sehr mannigfaltig.

II. Reihe. Centrospermae.

Blüten spiralig oder häufiger cyklisch, mit einfacher oder doppelter, in Kelch und Krone gesonderter Hülle. Staubblätter so viel als Blütenhüllblätter, und dann vor ihnen, oder doppelt so viele, seltener viel mehr oder weniger. Fruchtknoten aus 1 bis vielen Fruchtblättern, meist 1fächrig, mit 1 bis vielen, häufig krummläufigen Samenanlagen; Samen mit gekrümmtem Keimlinge im Perisperm.

70. Familie. Chenopodiaceae.'

Die Blüten sind strahlig, zwittrig oder eingeschlechtlich mit einfacher Blütenhülle, die zuweilen fehlt, meist 5zählig. Die Staubblätter stehen den Zipfeln jener gegenüber, sie sind in der Knospe eingebogen, zuweilen sind weniger als Zipfel vorhanden. Der Fruchtknoten ist 1fächrig mit einer einzelnen grundständigen Samenanlage und 2 Griffelschenkeln. Die nuss- oder kapselartige Frucht springt schliesslich mit Deckel auf. — Kräuter, seltener Holzgewächse, mit spiral gestellten, ganzen oder gelappten Blättern, ohne Nebenblätter. Die Blüten sind sehr klein und stehen meist in rispigen Inflorescenzen, die endlich in Knäuel ausgehen.

Die *Cyclolobeae* haben ring- oder hufeisenförmig gekrümmte Keimlinge. Die Achsenorgane (Wurzel und Stamm) besitzen extrafasciales Cambium und daher bei zunehmendem Wachstum abnorme Holzstruktur. — Die Tribus der *Beteae* ist durch Früchte ausgezeichnet, die endlich mit Deckel aufspringen. — *Beta vulgaris* (*Runkelrübe, rote Rübe*) (Fig. 132) ist an den Seeküsten heimisch; eine Form derselben ist die *Zuckerrübe*, welche bis 14 % Zucker enthält und im grossartigen Anbau durch ganz Mitteleuropa kultiviert wird. — Die *Chenopodieae* haben knäuelartige Blütenstände und zwittrige Blüten und sind durch Blasenhaare ausgezeichnet, die ihnen nach dem Eintrocknen ein mehlbestäubtes Aussehen geben. — *C. album*, die *Melde*, ist ein gemeines Ackerunkraut, das in jungem Zustande wie Spinat gegessen werden kann. *C. ambrosioides* liefert den aromatischen *Jesuitenthee* und stammt aus dem wärmeren Amerika. *C. Quinoa* wird in den hochgelegenen Gegenden des westlichen Südamerika der Samen wegen als Brotfrucht gebaut. — Die *Atripliceae* sind vorzüglich durch getrenntes Geschlecht verschieden. — *Spinacia oleracea* (*Spinat*) wird als Blattgemüse viel gebaut. — Die *Salicornieae* haben keulige oder zapfen-

ähnliche Blütenstände; sie umfassen besonders Strand- und Salzpflanzen der Wüstengebiete: *Salicornia herbacea* ist an der Nordsee und auch an Salzstellen im Binnenlande verbreitet.

Die *Spirolobeae* besitzen spiralig eingerollte Keimlinge. Die *Salsoleae* zeichnen sich durch fadenförmige Haare aus: *Salsola Kali,* eine bei uns auf Sandboden häufige Pflanze, ist ausserordentlich weit, bis zum Kap, verbreitet. *Haloxylon Ammodendron,* der *Saxaul,* ist eine Charakterpflanze der kirghisischen und turkmenischen Steppen.

Morphologie. Bezüglich der Vegetationsorgane ist zu bemerken, dass die Beblattung bei den xerophytischen Formen eine hochgradige Reduktion erfahren kann, die schliesslich einen ephedroiden Habitus erzeugt, ja sogar zur vollkommenen Verkümmerung der Blätter führt. Die etwas fleischigen Glieder sitzen dann stockwerkartig übereinander, wobei ein basal verjüngtes Ende in einer scheibenförmigen Verbreiterung der Spitze des unteren Gliedes ruht.



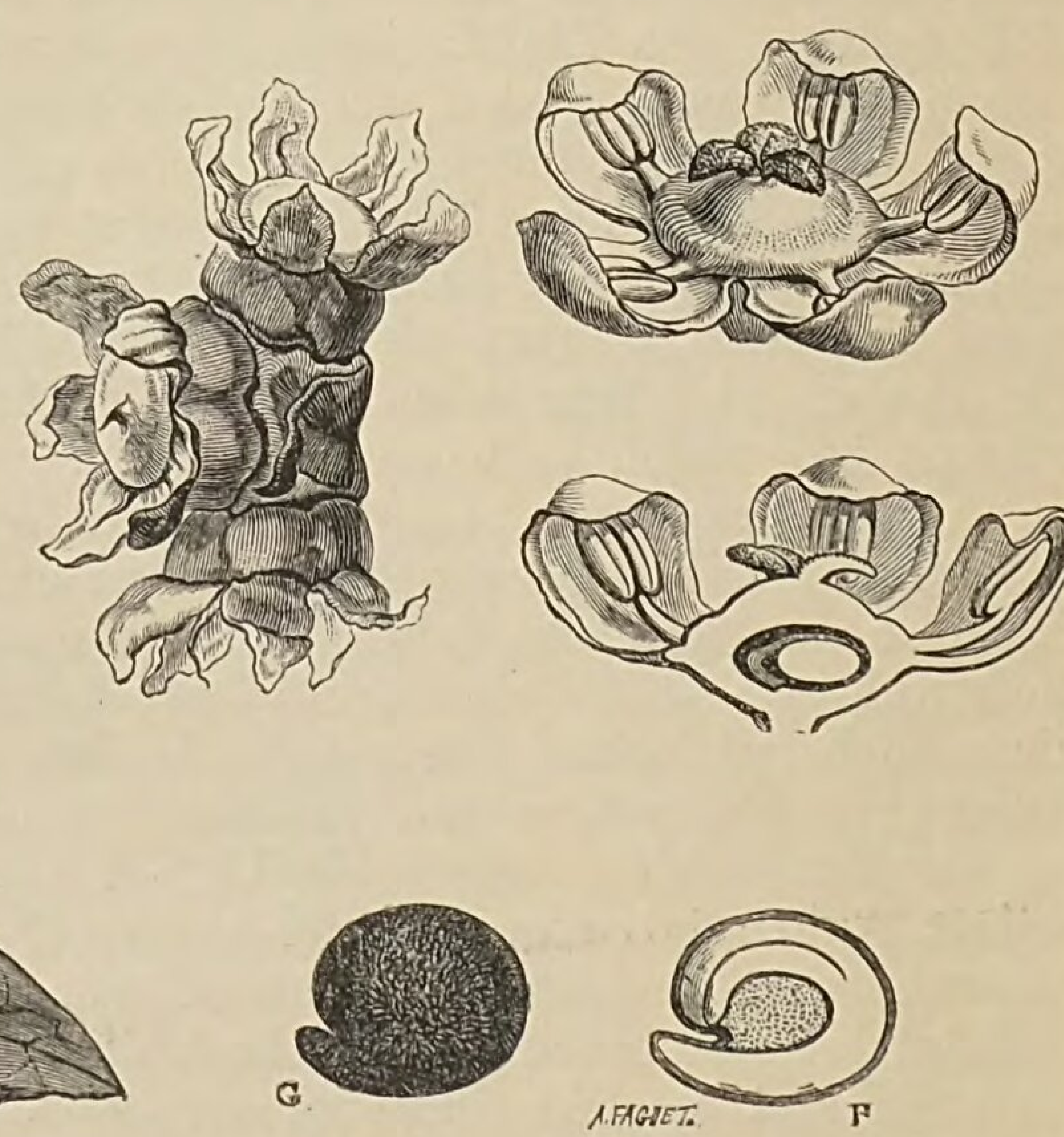


Fig. 132. *Beta vulgaris.* Blütentragender Zweig; rechts Blüte und Blüte im Längsschnitte; in der Mitte Fruchtstand; unten Same und derselbe im Längsschnitte (nach Baillon).

Der obere Ringwall, mit welchem die Schüssel das höhere Glied umgreift, erweist sich durch Uebergänge und die anatomische Natur als eine Verbindung zweier gegenständiger Blattrudimente. Diese Formen sind durch mannigfache anatomische Einzelheiten gegen zu

weitgehende Verdunstung geschützt, so z. B. oft durch eine mehrschichtige Epidermis, verbunden mit starker Cuticularisierung, oder durch einen körnigen Wachsüberzug, oder durch die eigentümlichen blasenförmigen, wasserführenden Haare, welche vermöge eines dünnen, kürzeren oder längeren Stieles in mehreren Etagen übereinander gelagert sind. Bei eintretender Trocknis wird ihnen das Wasser entzogen, worauf sie kollabieren und vertrocknet zur Bildung des mehligen Ueberzuges Veranlassung geben. Köpfchenhaare mit stark riechenden Sekreten kommen mehreren *Chenopodium*-Arten zu. Auch um die grünen Gewebe sind Wasserspeicher in wechselnder Form vorhanden.

Collenchymrippen sind in den krautigen Stengeln weit verbreitet, dagegen wird Bast nur spärlich entwickelt. Die Holzstruktur der Wurzel und zuweilen auch der oberirdischen Achsen ist nicht selten anomal; die Gefässbündel erscheinen dann oft wie bei *Dracaena* in ein Zwischengewebe inselartig eingelagert; *Polycnemum* und die kleineren Formen der Chenopodieae haben normalen Bau der Achsen.

Die Inflorescenzen schliessen sich in ihren letzten Auszweigungen gewöhnlich den Dichasien an, doch werden sie häufig durch Verkürzung der Achsen knäuelartig; sie treten zu oft sehr reichblütigen, botrytischen Verbänden zusammen. Seriale Bereicherungsblüten unterhalb einer Hauptblüte sind bekannt (*Atriplex*). Vorblätter können entwickelt sein, fehlen aber manchmal den männlichen Blüten derselben Art. Die Blüten zeigen äusserst variable Verhältnisse bezüglich der Zahlen ihrer Organe, so dass ein gemeinschaftlicher Grundtypus schwerlich konstruierbar ist. Häufig ist pentamerer Bau mit epipetaler Anreihung der Staubblätter und nach der Zahl der Narben mit dimerem Fruchtknoten; in demselben Blütenstande können aber Vermehrungen und Verminderungen vorkommen. Aus einem einzigen vorderen Blatt besteht die Blütenhülle bei *Monolepis,* aus einem dorsalen bei *Corispermum,* 2zählig ist sie stets bei *Atriplex* (weiblich). Bemerkenswert ist die Andeutung von Discusbildungen bei *Chenopodium hybridum.* Alle Arten sind wohl anemophil.

Die häufig vorkommende Diclinie ist durch Reduktion des einen Geschlechtes erklärbar.

71. Familie. Amarantaceae.

Die Blüten sind zwittrig oder nicht selten getrenntgeschlechtlich, mit einfacher, 4—5gliedriger, häutiger Hülle. Staubblätter sind häufig weniger (bis auf 1 herabgehend) als Blütenhüllblätter vorhanden; wenn mit ihnen gleichzählig, dann stehen sie vor denselben; am Grunde sind sie nicht selten verbunden und mit Zwischenzipfeln wechselnd. Der Fruchtknoten ist oberständig und aus 2—3 Fruchtblättern aufgebaut, 1fächrig mit 1 bis vielen aufrechten, oft an einen langen, von dem Grunde aufsteigenden Samenstrang aufgehangenen Samenanlagen. Die Frucht ist nüsschenartig, selten eine Beere. Die Samen werden gewöhnlich von einer glänzenden, skulpturierten Schale umhüllt, das Nährgewebe ist mehlig; der ringförmige Keimling

hat dünne Keimblätter. — Kräuter, seltener Holzgewächse, mit kreuzgegenständigen oder spiral gestellten, ganzen, nebenblattlosen Blättern. Blüten häufig in cymösen Verbändchen, die ährige oder rispige Inflorenscenzen zusammensetzen.

Die *Celosieae* sind durch mehrere Samenanlagen und 2fächrige Antheren gekennzeichnet. Hierher gehört der Hahnenkamm, *Celosia cristata,* welcher die kammförmige, meist rotgefärbte, nur kultiviert oder verwildert vorkommende Fasciation des in den Tropen weit verbreiteten Unkrautes *C. argentea* darstellt.

Die *Amaranteae* haben nur eine Samenanlage im Fruchtknoten und 2fächrige Antheren. — Die Arten von *Amarantus,* z. B. *A. retroflexus* sind weit verbreitete Unkräuter; andere Arten wie *A. caudatus* (*Fuchsschwanz*) sind Zierpflanzen. Die *Gomphreneae* unterscheiden sich von den vorigen Tribus durch 1fächrige Antheren. — Arten von *Alternanthera,* z. B. *A. paronychioides* und von *Iresine* sind wichtige Pflanzen für die Teppichbeete.

Morphologie. Die Blüten der Amarantaceae sind stets mit 2, zuweilen kahnförmig gestalteten Vorblättern versehen, die fruchtbar sind und zur Bildung von Dichasien Veranlassung geben. Die Kelchstellung ist die verbreitete, der zufolge das 2. Blütenhüllblatt achsenwärts orientiert ist; die Deckung ist typisch quincuncial dachig. Die Antheren sind entweder dithecisch mit 4, oder dithecisch mit 2 Lokulamenten; erstere springen mit 2, letztere mit 1 Längsspalte auf. Die Pollenkörner haben oft die Form eines Pentagondodekaëders. Die Zwischenzipfel der Staubblattröhre werden für nebenblattartige Wucherungen angesehen, eine Deutung, die hauptsächlich durch das Vorkommen von 2 öhrchenartigen Anhängseln an jedem Staubblatte von *Gomphrena* gestützt wird. Die Samenanlagen sind meist campylotrop. Die Diclinie wird durch Fehlschlag erklärt; ein Rest des Stempels ist nicht selten in den männlichen Blüten nachweisbar; das Androeceum schwindet aber in den weiblichen fast stets vollkommen. Bei einigen Gattungen verkümmern die Blüten an den Achsen höherer Ordnung und an ihre Stelle treten Hakenbüschel, welche für die Verschleppung der Früchte durch Tiere von grosser Bedeutung sind (*Pupalia*).

72. Familie. Nyctaginaceae.

Die Blüten sind zwittrig oder durch Fehlschlag getrenntgeschlechtlich, meist strahlig mit einfacher, oft korollinisch gefärbter Blütenhülle. Die 1—30 Staubblätter sind häufig am Grunde verbunden und von ungleicher Länge. Der Fruchtknoten besteht aus einem Fruchtblatte und ist 1fächrig mit einer einzelnen aufrechten, gewendeten Samenanlage. Die Frucht ist ein Achaenium mit gekrümmtem Keimlinge in mehligem Nährgewebe. — Kräuter oder Holzgewächse, hauptsächlich der wärmeren Klimate mit gegenständigen, einfachen, ganzen, seltener gelappten Blättern und manchmal ansehnlichen, mit einer Hülle, die zuweilen einem Kelche täuschend ähnlich ist, versehenen, häufig cymös angeordneten Blüten.

Die *Mirabileae* sind Kräuter oder Halbsträucher mit zwittrigen Blüten, von denen *Mirabilis Jalapa*, eine in den mannigfachsten Farben prangende Annuelle aus Mexiko, in allen Gärten kultiviert wird; die abführende Wurzel war früher als *Rad. Mechoacannae* offizinell; bei ihr ist die Hülle einblütig, in der Gattung *Oxybaphus*, die ebenfalls Gartenpflanzen liefert, z. B. *O. viscosus*, ist sie mehrblütig. Viele Arten der Gattung *Boerhaavia* sind weit verbreitete Strandpflanzen, andere sehr engbegrenzte Halophyten. *Bougainvillea* ist dadurch ausgezeichnet, dass die Blüten zuweilen auf die Deckblätter heraufgehoben sind.

Die *Pisonieae* sind getrenntgeschlechtliche Holzgewächse, sie sind nur tropisch; im ganzen Verbreitungsgebiete wächst *P. aculeata*.

Morphologie. Bei den kreuzgegenständig beblätterten Gattungen ist das eine Blatt der Paare häufig viel kleiner, manchmal nur ganz winzig ausgebildet. Gabelige Spaltung der vegetativen Achsen ist an den krautartigen Pflanzen häufig. Alle Teile sind mit Raphidenschläuchen dicht erfüllt. Der anomale Holzbau kommt dadurch zustande, dass in der Rinde fortgesetzt neue Cambien angelegt werden, die bald ihr Sonderwachstum einstellen und häufig von verdicktem Zwischengewebe eingeschlossen werden. Die Blütenhülle wird ganz oder zum Teil bei der Bildung der Frucht verwendet (Anthokarp); indem auf ihr Haken oder Drüsenreihen entstehen, wirkt sie bei der Verbreitung mit. Die sehr variablen Androecealverhältnisse werden gegenwärtig durch die Annahme von 2 typischen Staubblattkreisen, den Ausfall des einen oder anderen im ganzen oder in Teilen und durch Spaltung erklärt. Die Pollenübertragung wird durch Insekten besorgt, doch erfolgt bei dem Ausbleiben der letzteren Selbstbestäubung; *Selinocarpus* und *Acleisanthes* aus Mexiko haben kleistogame Blüten.

73. Familie. Cynocrambaceae.

Die Blüten sind getrenntgeschlechtlich mit einfacher Hülle; in der männlichen Blüte umgibt eine 2—3teilige Hülle ein 10—30-gliedriges Androeceum; die weibliche Blüte hat eine röhrenförmige, 3—4zähnige Hülle, innerhalb deren sich ein Fruchtknoten mit einzelner Samenanlage und grundständigem Griffel befindet.

C. prostrata, die einzige Art, wächst im Mittelmeergebiete; sie ist ein 1jähriges, niederliegendes Kraut mit fleischigen Blättern und zerschlitzten Nebenblättern.

74. Familie. Batidaceae.

Die Blüten sind getrenntgeschlechtlich; die männlichen besitzen eine sackförmige Hülle, die unregelmässig zweilappig aufreisst und 4 Staubblätter umschliesst, die mit spatelförmigen Staminodien wechseln; die weiblichen sind nackt, bestehen nur aus einem 4fächrigen Fruchtknoten und sind unter sich zu einer fleischigen, 4reihigen Aehre verwachsen.

Batis maritima, die einzige Art, ist ein strauchartiges Strandgewächs mit fleischigen, spatelförmigen Blättern, das zur Gewinnung einer Art Soda (Barilla) dient; zerstreut in Nord- und Süd-Amerika.

75. Familie. Phytolaccaceae.

Die Blüten sind zwittrig oder durch Fehlschlag eingeschlechtlich mit regelmässiger, krautiger, fast stets einfacher, 4—5gliedriger Blütenhülle. Die Staubblätter sind gleichzählig mit jener, oder in einem Vielfachen der Blütenhüllglieder vorhanden. Der Fruchtknoten ist oberständig, aus 1 bis vielen Karpiden aufgebaut und hat ebenso viele Fächer; die Samenanlagen sind einzeln in jedem Fache, aufrecht, gewendet und stehen auf kurzem Nabelstrange. Die Früchte sind beeren- oder kapselartig und springen gewöhnlich nicht auf; sie umschliessen Samen mit mehligem Nährgewebe und gekrümmtem Keimlinge. — Kräuter oder Holzgewächse mit spiralig gestellten, ganzen, nebenblattlosen Blättern und wenig ansehnlichen, botrytisch oder cymös gestellten Blüten.

Die meisten hieher gehörigen Gattungen sind tropisch, viele sind weit verbreitete Unkräuter (*Rivina humilis, Petiveria alliacea*). *Phytolacca decandra* aus Nordamerika, bei uns häufig kultiviert, in Südeuropa vielfach verwildert, liefert aus den Früchten (*Kermesbeere*) einen roten, stark färbenden Saft.

Morphologie. Die Blütenverhältnisse der Familie sind ziemlich mannigfaltig; meist herrscht die Fünfzahl in den äusseren Cyklen, doch kommt auch die Vierzahl vor. Die Staubblätter stehen bald mit den Gliedern der Hülle abwechselnd, bald sind sie opponiert; Eichler erklärte diesen Wechsel durch die Annahme eines doppelten Staminalkreises, von dem der eine oder der andere schwinden kann; beide sind in der Gattung *Phytolacca* entwickelt, bei der ausserdem Vermehrung der Cyklenglieder durch Spaltung gesetzt wird. Kommen Zahlen im Androeceum vor, welche nicht mit der Gliederzahl der Hülle übereinstimmen, so nahm er Partialspaltungen in einem der Kreise an. Die epipetale Stellung deutete er aber auch als fortlaufende $^2/_5$-Stellung, wodurch er einen Uebergang zwischen Apetalen und Korollaten zu gewinnen glaubte. Die Trauben werden bei *Phytolacca* nicht selten durch den Spross aus dem letzten Laubblatte übergipfelt und dadurch blattgegenständig; indem sich der Prozess wiederholt, können wickelartige Sprossverbände hervorgebracht werden.

Die Pollenübertragung findet durch Insekten statt.

Anatomisch sind die Phytolaccaceae durch ein reichliches Vorkommen von Raphidenschläuchen ausgezeichnet, welche die Organe oft fein gestrichelt erscheinen lassen. Die unregelmässige Stammstruktur von *Phytolacca* stimmt mit der gewisser Nyctaginaceae überein.

76. Familie. Aizoaceae.

Die Blüten sind regelmässig, zwittrig mit typisch einfacher Blütenhülle. Staubblätter sind 5, oder mehr oder weniger (3 bis viele)

vorhanden. Der Fruchtknoten ist ober- oder unterständig, 2- bis vielfächrig mit innenwinkel- oder wandständigen Samenleisten. Die Samenanlagen sind gewendet, meist zahlreich. — Einjährige oder ausdauernde Kräuter mit gegenständigen oder abwechselnden, meist ganzen Blättern und trockenhäutigen Nebenblättern, die aber gewöhnlich fehlen. Blüten meist klein, in cymösen, häufig geknäuelten Aggregaten, seltener gross, einzeln, endständig.

Die *Molluginoideae* mit fast bis zum Grunde freien Blütenhüllblättern umschliessen hauptsächlich tropische Unkräuter, die auch in die gemässigten Gegenden teilweise verschleppt sind, wie z. B. *Mollugo Cerviana.*

Von den *Ficoideae* mit am Grunde röhriger Blütenhülle ist die wichtigste Tribus die der *Mesembrianthemeae. Tetragonia expansa,* in Ostasien, Australien, Südamerika verbreitet, wird als neuseeländischer Spinat viel gegessen. *Mesembrianthemum* ist mit 300 Arten in Südafrika verbreitet, reicht aber noch bis zu den kanarischen Inseln und in das Mittelmeergebiet *(M. crystallinum)*, Australien, Chile und Californien *(M. aequilaterale)*; viele Arten werden wegen der buntgefärbten Blüten und der oft sehr eigentümlichen, fleischigen Blätter in Gärten kultiviert, z. B. *M. tigrinum* mit krallenartig zerschlitzten Blättern.

Morphologie. Die zahlreichen Varianten in der Bildung des Androeceums werden auf Abort oder Spaltung zurückgeführt. In Rücksicht auf die einfache Blütenhülle werden die zahlreichen blumenblattartigen Organe als eine Umbildung von Staubblattanlagen gedeutet, sie sind dann also Staminodien. Die bei einzelnen Arten derselben Gattung auf den äusseren Wänden des Fruchtknotens angehefteten Samenanlagen entstehen ursprünglich auf einer im Innenwinkel befindlichen Samenleiste, sie werden aber später mit ihr durch interkalares Wachstum auf die Aussenwand hinübergeschoben. Die Pollenübertragung geschieht bei den Arten mit lebhaft gefärbten Blüten ohne Zweifel durch Insekten, doch ist gewiss bei den kleinblütigen Formen Selbstbefruchtung wenigstens nicht ausgeschlossen. Bei *Tetragonia dimorphantha* sitzen unter dem Fruchtknoten der Zwitterblüte 3 kleine männliche Blütchen. Von der abnormen Holzstruktur gilt das bei der vorigen Familie gesagte. Viele Arten sind Xerophyten mit ähnlichen Anpassungsmerkmalen wie die der Chenopodiaceae.

77. Familie. Portulacaceae.

Die Blüten sind strahlig, zwittrig, mit doppelter Blütenhülle versehen. Der Kelch ist fast stets 2blättrig; die 4—5 Blumenblätter sind frei oder am Grunde verwachsen, sehr hinfällig. Staubblätter so viele wie Blumenblätter; sie stehen diesen gegenüber; bisweilen treten sehr viele in 1 oder 2 Kreisen geordnet auf. Der Fruchtknoten ist oberständig und einfächrig; er umschliesst 2 bis viele Samenanlagen, die gewendet und aufrecht oder horizontal an einer mittelständigen Samenleiste befestigt sind. Die Frucht ist kapselartig und springt mit Deckel oder Klappen auf. — Gewöhnlich Kräuter mit fleischigen

Blättern und trockenhäutigen, zuweilen zu Haarbüscheln umgebildeten Nebenblättern; Blüten meist klein in Knäueln, seltener grösser, einzeln oder wickelartig verkettet.

Die Gattungen sind grösstenteils aussereuropäisch und umfassen ebenfalls viele Unkräuter. Bei uns einheimisch ist nur die in Bächen wachsende *Montia* mit *M. fontana*. Vielfach als Gemüse kultiviert und daher oft verwildert findet sich *Portulaca oleracea*; in Gärten zieht man der schönen Blüten halber *P. grandiflora* aus Brasilien und *Calandrinia discolor* aus Chile.

Morphologie. Die Blätter mancher *Claytonien* sind so weit am Grunde verbunden, dass sie wie ein Kragen die Stengel umgeben. Die letzteren sind stets normal gebaut; viele von ihnen haben einen sklerotischen Verstärkungsring. Bezüglich der Blütenmorphologie gilt, was von den vorigen Familien gesagt wurde: die Theorie nimmt auch hier einen doppelten Staubblattkreis an und erklärt die übrigen Verhältnisse durch Abort und Spaltung; Eichler hat aber auch hier die Gegenüberstellung von Staubblättern und Blumenblättern bei pentandrischen Blüten durch die fortlaufende $^2/_5$-Spirale gedeutet; indes haben sich auch andere Auffassungen geltend gemacht.

Die Belegung der Narbe mit Pollen geschieht bei grossblütigen Formen durch Insekten; bei *Montia* und *Portulaca sativa* findet bei trüber Witterung eine Oeffnung der Blüten nicht statt, dann tritt Selbstbefruchtung ein.

78. Familie. Basellaceae.

Die Blüten sind spiralig angereiht, sie haben eine doppelte in Kelch und Krone geschiedene Hülle, sind zwittrig und strahlig. Der Kelch ist 2blättrig, die Blumenkrone 5lappig. Der Fruchtknoten ist aus 3 Blättern zusammengesetzt und umschliesst eine einzelne aufrechte Samenanlage. Der Same hat einen ringförmig gebogenen Keimling. Rechtswindende, oft fleischige Kräuter mit spiral gestellten, nebenblattlosen Blättern.

Basella rubra ist eine in Ostindien kultivierte Gemüsepflanze. *Ullucus tuberosus* wird in Südamerika wie bei uns die Kartoffel gebaut.

79. Familie. Caryophyllaceae.

Die Blüten sind strahlig, allermeist zwittrig, 5-, seltener 4zählig. Der Kelch ist frei- oder verwachsenblättrig; die Blumenblätter sind häufig genagelt, mit ganzer oder geteilter Platte. Staubblätter sind 10 vorhanden, die in 2 Kreisen stehen, bisweilen nur 5 oder noch weniger, manchmal sind einige staminodial entwickelt. Der Fruchtknoten ist 1fächerig oder unvollständig, selten vollständig mehrfächrig; er umschliesst viele gewendete Samenanlagen, die auf einer mittelständigen Samenleiste befestigt sind. Die Frucht ist kapselartig und öffnet sich meist klappig in Zähnen. — Kräuter oder Halbsträucher mit ganzen, gewöhnlich schmalen, kreuzgegenständigen Blättern.

Blüten in reichblütigen, dekussierten Rispen, die in Wickeln, seltener Schraubeln auslaufen oder in Trauben.

Die *Silenoideae* sind ausgezeichnet durch verwachsenblättrigen Kelch; die inneren Cyklen werden vom Kelche oft durch ein Internodium getrennt. — Die *Lychnideae* haben einen Kelch mit Kommissuralrippen; hieher gehört *Agrostemma Githago (Kornrade)*, die mit dem Bau des Roggens weit verbreitet worden ist; die Samen sollen das Mehl schwärzen und ihm narkotische Eigenschaften verleihen. Die sehr artenreiche Gattung *Silene,* deren grösste Verbreitungsdichte im Mittelmeergebiete liegt, hat noch einige Vertreter in den Polargegenden, Mexiko, Kamerun und Abyssinien; bei uns ist *S. venosa* mit grossen, aufgeblasenen Kelchen am häufigsten. *S. linicola*, ein Leinunkraut, ist nur unter dieser Kulturpflanze zu finden und war schon zur Zeit der Pfahlbauten mit ihr verbunden. *S. Armeria* mit schön roten Blüten wird häufig in Gärten gezogen und verwildert sehr leicht. *Lychnis flos cuculi* ist auf feuchten Wiesen häufig und durch die stark geteilten Blumenblätter auffällig. *Melandryum album* mit weissen Blüten ist 2häusig. — Die *Diantheae,* durch Kelche ohne Kommissuralrippen ausgezeichnet, enthalten als die wichtigste Gattung *Dianthus*, deren mehr als 200 Arten von dem Mittelmeergebiete nach Nordeuropa, Japan, Abyssinien bis zum Kap zu verfolgen sind. Bei uns ist *D. deltoides,* die *Steinnelke* mit hochroten Blüten am häufigsten. *D. barbatus,* die *Bartnelke,* und *D. plumarius,* die *Federnelke,* in Süd- und Südosteuropa heimisch, sind in Gärten häufig. Die gewöhnliche Gartennelke, *D. Caryophyllus,* die in zahllosen prächtigen Blütenvarietäten kultiviert wird, ist in West- und Süd-Europa heimisch. *Saponaria officinalis* ist an Flüssen weit verbreitet; die Wurzel enthält, wie die mancher anderer Silenoideae, Saponin und schäumt daher mit Wasser; sie war früher offizinell.

Die *Alsinoideae* haben freie, unverbundene Kelchblätter: zu *Stellaria* mit meist 3 Griffeln und kugeliger Kapsel gehört die über die ganze Welt verbreitete *St. media,* die *Vogelmiere,* mit meist bis auf 3 Staubblätter reduziertem Androeceum. *Cerastium* ist stets durch 5 Griffel und cylindrische Kapseln gekennzeichnet; auch *C. vulgatum* ist kosmopolitisch; *C. tomentosum* aus Süd-Europa wird viel in den Teppichbeeten verwendet.

Die Gattungen *Alsine* und *Arenaria* unterscheiden sich von den beiden genannten durch ganze, nicht 2lappige Blumenblätter und unter sich dadurch, dass diese geteilte, jene ungeteilte Kapselzähne besitzt. Die erste ist besonders in den Hochgebirgen entwickelt, doch auch in der Ebene gibt es mehrere Arten, z. B. *A. peploides,* ein charakteristisches Strandgewächs der deutschen Küsten mit dicken, kleinen Blättern. *Arenaria* hat eine ähnliche Verbreitung: *A. serpyllifolia* ist ein gemeines Ackerunkraut. *Spergula arvensis* ist für Sandgegenden ein sehr wichtiges Futterkraut *(Spark, Spergel).*

Die *Paronychieae* und *Scleranthеae* mit trockenen Schliessfrüchten, die niemals regelmässig aufspringen, waren früher besondere Familien; die ersteren sind mit Nebenblättern versehen, welche den letzteren fehlen. Die Gattung *Paronychia* umschliesst

Unkräuter der wärmeren Länder beider Hemisphären. *P. capitata* findet sich noch im Mittelmeergebiete. *Herniaria glabra,* ein gelbgrünes, Sand liebendes Kraut, war früher offizinell. Von den *Scleranthеae* hat nur die Gattung *Scleranthus* Bedeutung. Die beiden Arten *S. annuus* mit schmalen, weissen und *S. perennis* mit breiten Säumen an den Kelchblättern sind auf Sandboden häufig.

Morphologie. Die Gestaltungen der Blütenstände werden bedingt durch die kreuzgegenständige Stellung der Blätter; in den unteren Regionen sind sie oft rispig, oben werden sie dichasisch und durch Verkümmern des Seitenstrahles aus dem unteren Blatte wickelig (dieser Typus führt im Gegensatze zu dem der Ranunculaceae, bei dem der untere Strahl gefördert ist, den Namen Caryophyllaceentypus). Wenn die Stellung der Blüten dichter bleibt, so wird die Wickeltendenz beibehalten, wird sie aber lockerer, so entstehen auch bei *Silene* Schraubeln. Häufig sind z. B. bei *Dianthus* die Blütenstände kopfig zusammengezogen. Die grosse Mannigfaltigkeit der Androeceal- und Gynaecealverhältnisse erklärt man gegenwärtig durch die Annahme des obdiplostemonen Baues, d. h. man denkt sich im Typus zwei Staminalcyklen, einen äusseren den Kelchblättern, einen inneren den Blumenblättern gegenüberstehenden. Von dem letzteren gab Čelakovský an, dass er später nach aussen verschoben würde und Platz für die Aufstellung von 5 Karpiden gäbe, die dann also epipetale Stellung hätten. Eine solche Verschiebung findet aber nicht statt, die Stellung der letzteren hängt vielmehr ab von der Grösse, mit welcher die epipetalen Staubblätter angelegt werden. Sie stehen immer höher inseriert als die episepalen; sind sie relativ klein, so treten die Karpiden vor sie zwischen die episepalen; sind sie gross, so treten jene zwischen sie und vor die episepalen Staubblätter. Die oligomeren Androeceen und Gynaeceen werden durch Fehlschlag erklärt. In vielen Fällen sind die verkümmerten Staubblätter nur in winzigster Form (weibliche Blüten von *Melandryum album*) noch erkennbar.

Die Pollenübertragung geschieht bei den flachblütigen *Alsinoideae* durch kurzrüsslige Insekten, besonders Dipteren, bei den mit röhrigen Kelchen versehenen *Silenoideen* durch Bienen und Schmetterlinge. Auch Selbstbestäubung ist nicht ausgeschlossen. Bastarde sind bei *Dianthus* und *Lychnis* nicht selten, durch künstliche Befruchtung wurde der Bastard *Lychnis flos cuculi* × *Melandryum rubrum* erzielt.

Anatomisch sind sie durch einen sklerotischen Verstärkungsring ausgezeichnet; die Stammstruktur ist sonst normal. Mehrere *Silenoideae* erzeugen unter den Knoten Klebringe, die als Schutz gegen den Besuch schädlicher Kriechtiere funktionieren.

12. Reihe. Ranales.

Blüten spiralig, seltener teilweise oder ganz cyklisch, mit einfacher oder doppelter, gleich- oder verschiedenfarbiger Hülle, strahlig oder zygomorph. Staubblätter häufig sehr viele. Fruchtblätter meist zahlreich und frei, seltener wenige und verbunden.

80. Familie. Nymphaeaceae.

Die Blüten sind strahlig, zwittrig mit gewöhnlich in Kelch und Krone geschiedener, selten einfacher Blütenhülle. Der Kelch ist 4-, seltener 3—12blättrig, frei; Blumenblätter sind meist sehr viele vorhanden und spiralig oder quirlig gestellt. Die meist sehr zahlreichen Staubblätter gehen oft allmählich in die Blumenblätter über. Der Fruchtknoten ist unter- oder oberständig und wird meist aus vielen Fruchtblättern aufgebaut, er ist vielfächrig, seltener sind jene völlig frei. Die zahllosen Samenanlagen sitzen häufig an den Wänden der Fruchtblätter, selten sind sie einzeln. Die Früchte sind beerenartig und öffnen sich durch die Fäulnis; die Samen haben gewöhnlich einen Samenmantel. — Sumpf- oder Wasserpflanzen mit schwimmenden oder über das Wasser erhobenen, häufig grossen Luft- und zuweilen zerteilten Wasserblättern; Blüten stets einzeln, meist gross.

Die *Nelumboideae* besitzen nährgewebslose Samen. Hieher gehört der sogenannte Lotos *Nelumbo nucifera*, mit rosenroten Blüten; er wächst in Asien von Japan bis zum Caspisee und in Australien; in Aegypten wurde er erst um das fünfte Jahrhundert v. Chr. eingeführt. Die Samen der einer Giesskannenbrause gleichenden Frucht und die stärkereichen Knollen werden gegessen.

Die *Cabomboideae* haben Samen mit Nährgewebe und apokarpe Früchte. *C. aquatica* mit kleinen Blüten, schildförmigen Luft- und zerschlitzten Wasserblättern wächst von Mexiko bis Südbrasilien.

Die *Nymphaeoideae* besitzen synkarpe Früchte und Samen mit Nährgewebe. Die Gattung *Victoria* mit 2—3 Arten hat einen unterständigen Fruchtknoten. *V. regia* besitzt riesige, 2 m im Durchmesser haltende, unterseits bestachelte Blätter und bis 30 cm messende Blüten; sie bewohnt die grossen Ströme des tropischen Südamerikas, besonders den Amazonenstrom und Orinoco; die Samen werden gegessen. — *Nymphaea* hat einen oberständigen Fruchtknoten, der aber mit Blumenblättern in spiraler Anreihung und Staubblättern besetzt ist; auch sie hat wie die vorige 4 Kelchblätter. *N. alba* ist die *weisse Seerose*, *N. Lotus*, in Afrika verbreitet und auch in den warmen Bädern von Ungarn noch vorkommend, ist der heilige *Lotos* der Aegypter. — *Nuphar* mit 5 unterständigen, grossen und zuweilen noch mehreren kleineren Kelchblättern, sowie zahlreichen spatelförmigen Blumenblättern enthält *N. luteum*, die *gelbe Seerose.*

Fossil sind mehrere Arten von *Nymphaea* in gut erhaltenem Zustande bekannt, z. B. *N. Charpentieri* aus dem Tertiär des Monte Promina; auch von *Nelumbo* sind Blätter ebendort gefunden worden *(N. Buchii)*, die von denen der lebenden *N. nucifera* nicht zu unterscheiden sind. Auf Samen, die denen von *Victoria* ähnlich sehen, gründete Caspary die Gattungen *Holopleura* (*H. Victoria* aus der Braunkohle der Wetterau) und *Cratopleura* (*C. helvetica* aus der Schweiz und den diluvialen norddeutschen Torfmooren), die man neuerdings als zur Gattung *Brasenia* gehörig betrachtet. *Anoectomeria*

Brongniartii ist im Tertiär von Frankreich bis Steiermark verbreitet, sie hat 3—6 Kelchblätter.

Morphologie. Die Gattung *Nuphar* besitzt eine auf dem Grunde der Gewässer kriechende, horizontale, sehr dicke Grundachse mit dorsiventralem Bau, indem oben und an der Seite Blätter und Blüten, unten Wurzeln hervorsprossen. Die Blüten entstehen extraxillär; sie bilden bei *Victoria* und *Nymphaea* ein spiraliges System für sich, das mit dem der Blätter parallel läuft. Die Scheiden, welche die Spitze des Sprosses bei *Victoria* verhüllen, sind intrapetioläre Nebenblätter; fehlen dieselben wie bei *Nymphaea* und *Nuphar*, so tritt eine reichliche Schleimsekretion als correlative Schutzvorrichtung auf. Der Kelch der Tetrasepalae erscheint aufsteigend; mit seinen Blättern wechselnd tritt der erste gleichzählige Blumenblattwirtel auf, die folgenden erscheinen in der Achtzahl. Das Rhizom von *Nelumbo* stellt eine sichelartige Sprossverkettung dar, bei welcher der Fortsetzungsspross aus dem bodensichtigen zweiten Blatte des distichen Blattsystems tritt.

Anatomisch sind sie durch das Vorhandensein von Milchzellen und die Anwesenheit von inneren Sternhaaren, welche in die Luftgänge der Blatt- und Blütenstiele hineinwachsen, ausgezeichnet. Die Uebertragung des Blütenstaubes geschieht bei vielen durch Insekten. *Euryale ferox* zeigt sehr häufig sich niemals öffnende und unter Wasser bleibende, reichlich durch Selbstbestäubung befruchtete Blüten; auch einzelne *Nymphäen* bringen trotz der Selbstbestäubung oft zahlreiche keimfähige Samen.

81. Familie. Ceratophyllaceae.

Die Blüten sind eingeschlechtlich, einhäusig mit einfacher krautiger Hülle. Die männlichen Blüten tragen viele Staubblätter, die weibliche wird aus einem Karpid mit einzelner, hängender, gewendeter Samenanlage gebildet. Die Frucht ist nussartig, oft am Grunde bestachelt; der Keimling liegt in dünnem Nährgewebe. — Untergetauchte Wassergewächse mit doppelt- oder mehrgabeligen, knorpligen oder weicheren Blättern und einzelnen, achselständigen, unregelmässig verteilten Blüten.

Die 3 Arten der einzigen Gattung *Ceratophyllum* werden besser als Varietäten einer Art betrachtet; sie finden sich in süssen Gewässern fast der ganzen Erde. Bei uns ist *C. demersum* mit bestachelten Früchten am häufigsten; *C. submersum* mit unbestachelten Früchten hat sich auch in den interglacialen Mooren nachweisen lassen.

82. Familie. Magnoliaceae.

Die Blüten sind strahlig, zwittrig, seltener durch Fehlschlag eingeschlechtlich mit spiralig gestellten Gliedern; die nicht immer in Kelch und Krone scharf gesonderte Blütenhülle ist dagegen oft quirlig disponiert. Staubblätter und Fruchtblätter sind zahlreich, die letzteren frei mit je einer gewendeten, hängenden Samenanlage. Die Samen umschliessen ein gleichförmiges Nährgewebe. — Bäume

oder Sträucher mit ganzen, seltener gelappten Blättern und einzelnen achsel- oder endständigen Blüten.

Viele *Magnolia*-Arten werden bei uns kultiviert, namentlich die weisse *M. Yulan,* die rote *M. obovata* aus Japan und ihre zahlreichen Blendlinge. *Liriodendron Tulipifera (Tulpenbaum)* aus Nordamerika wird in Parkanlagen gepflanzt. *Illicium verum* aus Südchina liefert den *Sternanis*, dessen Früchte zuweilen mit den giftigen, sehr ähnlichen des *I. anisatum (I. religiosum)* vermengt gefunden worden sind. *Drimys Winteri*, durch ganz Amerika von Californien bis zur Magelhaensstrasse verbreitet, lieferte die früher offizinelle Rinde *Cortex Winteri.*

Fossil sind die Arten von *Magnolia* nach deutlichen Früchten bis in die Kreide zu verfolgen und werden noch in Grönland und Spitzbergen gefunden *(M. speciosa)*. *Liriodendron* in Arten, die vielleicht von der gegenwärtig lebenden nicht verschieden sind, existierte in der Kreide von Nordamerika, häufig auch im Miocän von Oberitalien bis Island *(L. Procaccinii).*

Anatomisch sind sie durch die stete Anwesenheit von Oelzellen charakterisiert; das Holz von *Drimys* enthält keine Gefässe. Zur Zeit der Fruchtreife hängen die Samen der *Magnolien* an den abgerollten Spiralgefässen des Nabelstranges lang herab. Die Pollenübertragung geschieht durch Insekten.

83. Familie. Lactoridaceae.

Eine monotypische Gruppe, welche einen reich verzweigten Strauch mit kleinen, umgekehrt eiförmigen Blättern und kleinen Blüten umfasst, der durch eine 3blättrige, einfache Hülle, 2 × 3 Staubblätter und einen aus 3 Karpiden aufgebauten Fruchtknoten gekennzeichnet ist. *Lactoris fernandeziana* von Juan Fernandez stellt nach Engler einen reduzierten Typus der Magnoliaceae mit allerdings erheblichen Abweichungen dar.

84. Familie. Trochodendraceae.

Sie stehen den Magnoliaceae nahe, unterscheiden sich aber durch die in einen Quirl zusammengeordneten Fruchtblätter mit meist zahlreichen Samenanlagen und die Abwesenheit der Oelbehälter. — Sie sind Holzgewächse des östlichen Asiens, besonders von Japan, z. B. *Trochodendron aralioides.*

85. Familie. Anonaceae.

Die Blüten sind zwittrig und strahlig mit einer 3mal 3zähligen, zuweilen deutlich in Kelch und Krone gesonderten Hülle. Die Staubgefässe sind sehr zahlreich und spiralig gestellt. Fruchtknoten sind meist sehr viele vorhanden, die einzelne oder mehrere gewendete Samenanlagen umschliessen. Die Früchte sind gewöhnlich beerenartig, zuweilen bilden sie auch eine beschuppte Sammelfrucht. Die

Samen enthalten einen kleinen Keimling in stark zerklüftetem Nährgewebe. — Holzgewächse mit nebenblattlosen, abwechselnden, meist immergrünen, ganzen Blättern; nicht selten sind sie Kletterpflanzen mit eigentümlichen, reizbaren Greifsprossen. Blüten einzeln oder in rispigen Aggregaten, nicht selten gross und schön gefärbt.

Sie sind hauptsächlich tropisch, in Europa kommt keine Art vor. — *Cananga odorata* liefert aus den äusserst stark riechenden Blüten das *Ylang-Ylang-Oel*. *Xylopia aethiopica* gibt in den Samen der perlschnurartigen Früchte eine Art Pfeffer. *Anona squamosa* von Westindien wird als *Sweet Sop* überall in den Tropen als äusserst süsse Frucht mit aromatischem Zimmtgeschmack, dem aber oft etwas Terpentinartiges anhängt, geschätzt. *A. reticulata* ist der *Custard-apple*, der weniger geachtet wird.

Morphologie. Viele Anonaceae sind stammblütig und ihre Früchte sehen, wenn die Einzelfrüchte gestielt sind, nicht selten wie doldenförmige Fruchtstände aus. Sehr eigentümlich verhalten sich die Blüten tragenden Zweige von *Anona rhizantha*, die, am Stammgrunde entspringend, sich wie Wurzeln in die Erde bohren, weit fortwachsen und endlich Blüten über die Erde schicken. Bei manchen Gattungen sind die 3 Glieder des inneren Blütenhüllkreises so fest an den Spitzen verklebt, dass sie sich niemals lösen; sie bilden dann eine laternenartige Mütze über dem Blüteninnern.

Anatomisch sind die Anonaceae durch das konstante Vorkommen von Oelzellen bemerkenswert. Die Uebertragung des Blütenstaubes geschieht wohl stets durch Insekten; bei denen mit laternenartig geschlossenen Blütenhüllen, die oft nur durch einen kleinen, seitlichen Ausschnitt zugänglich sind, ist deren Beihilfe unumgänglich notwendig.

86. Familie. Myristicaceae.

Die Blüten sind getrenntgeschlechtlich, 2häusig, mit einfacher, gewöhnlich 3lappiger, krugförmiger Hülle. Die 3—18 Staubblätter sind zu einer kolbenförmigen oder schildförmigen, gestielten Säule verwachsen. Der Fruchtknoten ist 1fächrig und umschliesst eine einzelne, aufrechte, gewendete Samenanlage. Die Frucht ist beerenartig und springt 2klappig auf. Der Same hat einen vielgestaltigen, oft geschlitzten Samenmantel und enthält einen kleinen Keimling in stark zerklüftetem Nährgewebe.

Die einzige Gattung *Myristica* umfasst etwa 200 Arten, die vorzugsweise im tropischen Ostasien wachsen, aber auch den übrigen Teilen der Tropen nicht fehlen. *M. fragrans* liefert die *Muskatnuss*, die ursprünglich auf den Molukken heimisch ist, jetzt aber vielfach anderwärts, auch in Brasilien kultiviert wird; der Samenmantel liefert die *Macis* oder *Muskatblüte*. In den hohlen Zweigen von *M. myrmecophila* und *M. heterophylla* aus Malesien wohnen Ameisen, die wenigstens teilweise Schildläuse als Nutztiere zu hegen scheinen.

Anatomisch ist das Vorkommen von Oelzellen und Sekretzellen in Rinde und Mark und von Sternhaaren bemerkenswerth; in den Zellen des Nährgewebes findet sich häufig ein grosser Aleuronkrystall.

87. Familie. Ranunculaceae.

Die Blüten sind fast stets zwittrig, strahlig oder zygomorph mit meist einfacher, petaloid gefärbter, seltener doppelter Blütenhülle.

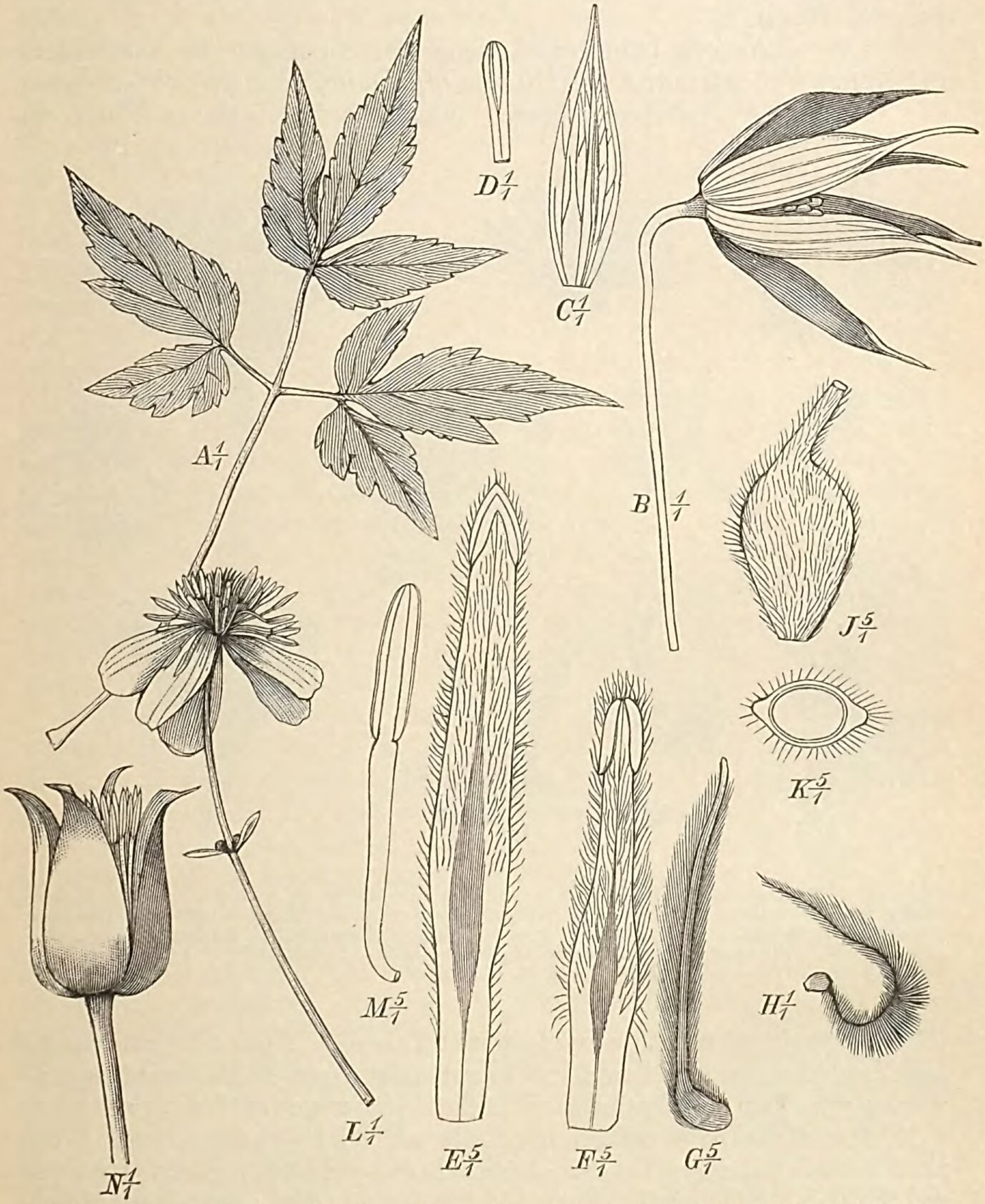


Fig. 133. *Clematis alpina.* *A* Blatt; *B* Blüte; *C* Kelchblatt; *D* äusseres, blumenblattähnliches Staubblatt; *E* u. *F* innere Staubblätter; *G* einzelner Fruchtknoten; *H* Frucht; *J* dieselbe ohne Griffel, vergrössert; *K* dieselbe im Querschnitte; *L* u. *M* Blüte und Staubblatt von *C. songarica*; *N* Blüte von *C. coccinea* (nach Koehne).

Die Staubblätter sind sehr zahlreich, gewöhnlich spiralig gestellt und frei. Die Fruchtknoten sind zahlreich, meist frei, mit einzelnen oder

zahlreichen, gewendeten Samenanlagen. Die Früchte springen an der Bauchnaht auf oder sind nüsschenartig. Der Same umschliesst einen kleinen Keimling in reichlichem, öligem Nährgewebe. — Ein- oder mehrjährige Kräuter mit geteilten, am Grunde nicht selten scheidig verbreiterten Blättern. Die Blüten erscheinen entweder terminal einzeln und bilden dann oft wickelige Verkettungen oder sie sind zu Rispen vereinigt.

Die *Paeonieae* haben zahlreiche Samenanlagen in verdickten, fleischigen Fruchtknoten. — *Paeonia officinalis,* die nebst vielen Arten der Gattung wegen der grossen, lebhaft rot gefärbten Blüten in

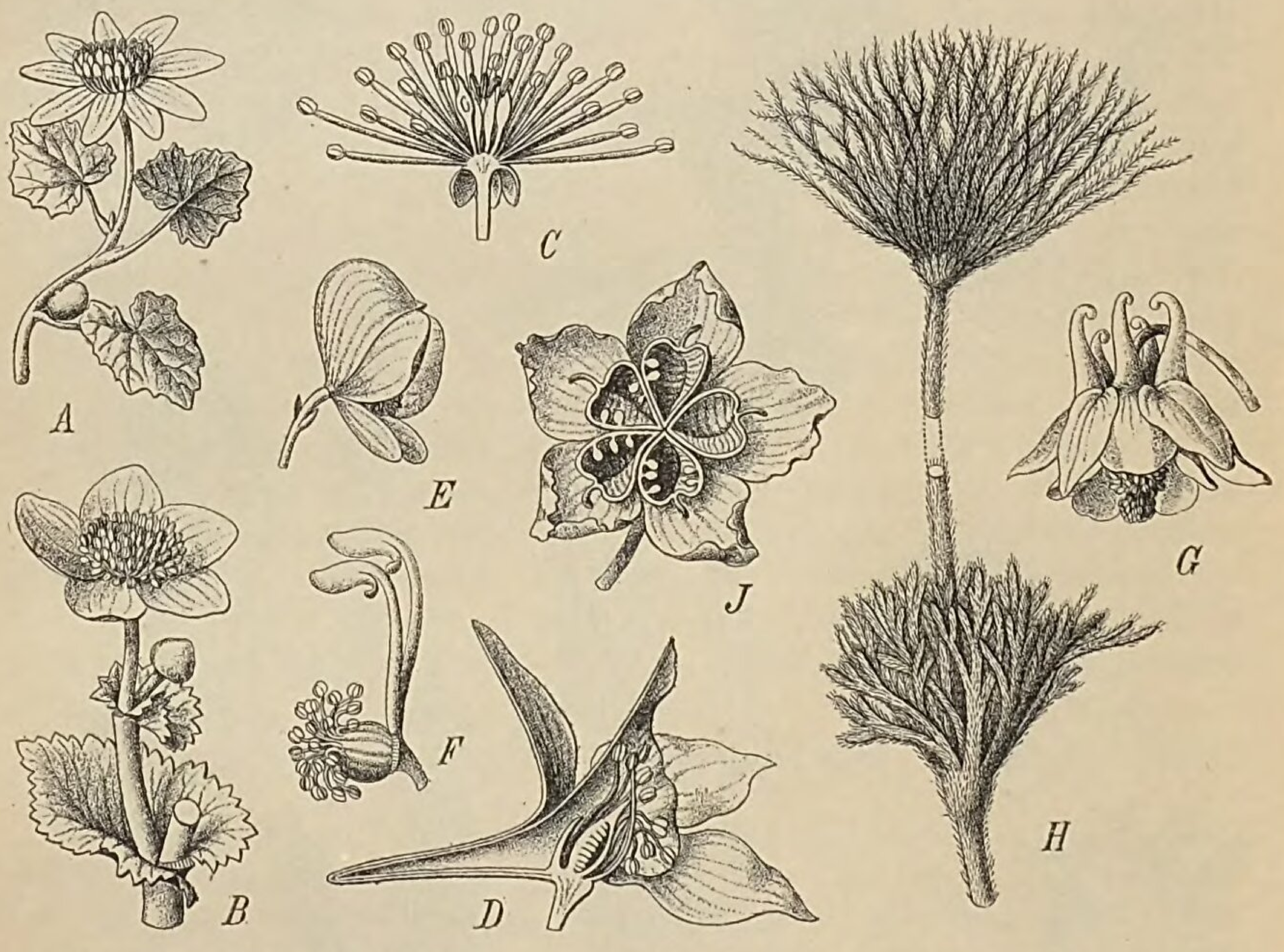


Fig. 134. *A Ranunculus Ficaria,* Zweigchen mit Knospenknolle. — *B Caltha palustris,* Blütenständchen. — *C Thalictrum aquilegiifolium,* Längsschnitt durch die Blüte. — *D Delphinium Consolida,* Blüte im Längsschnitte. — *E Aconitum Napellus,* Blüte; *F* dieselbe nach Entfernung der Kelchblätter. — *G Aquilegia officinalis,* Blüte. — *H Anemone alpina,* Fruchtstand. — *J Helleborus niger,* Frucht. (Original.)

Gärten gezogen wird, war ehedem offizinell. *Hydrastis canadensis* aus Nordamerika, ein Kraut mit kriechender Grundachse, wird gegenwärtig von dem Arzneibuche gefordert (*Rhizoma Hydrastidis*).

Die *Helleboreae* haben ebenfalls zahlreiche Samenanlagen, die aber in dünnwandigen Fruchtblättern sitzen. — *Caltha palustris* (*Sumpfdotterblume*, *Schmirgel*, Fig. 134 *B*) ist in der nördlichen Hemisphäre häufig. Von *Helleborus* wurde früher ebenfalls das Rhizom, welches stark giftig und heftig niesenerregend wirkt, gebraucht: *H. niger* (Fig. 134 *J*) wird viel als *Weihnachtsrose* kultiviert, sie wächst in den Alpen. *Nigella sativa* (*Schwarzkümmel*) war früher offizinell und dient jetzt noch als Gewürz; *N. damascena* (*Jungfer im Grünen,*

Braut in Haaren) wird häufig als Zierpflanze gebaut. *Actaea spicata* ist eine der wenigen Arten mit Beerenfrüchten; *Aquilegia vulgaris* (*Akelei*, Fig. 134 *G*), in Deutschlands Wäldern heimisch, gehört mit *Delphinium Ajacis* und *Aconitum Napellus* (Fig. 134 *E, F*.) zu den eisernen Beständen der Gewächse jedes Bauerngartens; von letzterer Art ist das ausserordentlich giftige Rhizom offizinell. *Anemone* ist vorzüglich in der nördlich gemässigten Zone verbreitet; zur Gruppe *Euanemone* mit nicht geschwänzten Früchten gehört unser *Windröschen* oder die *Osterblume, A. nemorosa*, und das *Leberblümchen, A. Hepatica;* zu *Pulsatilla*, der zweiten Gruppe mit geschwänzten Früchten, der *Teufelsbart, A. alpina* (Fig. 134 *H*). *Clematis* bildet oft weit rankende Lianen (z. B. *C. alpina* von den Alpen bis Sibirien), (Fig. 133 *A—K*), enthält aber auch aufrechte Arten; zu ersteren gehört noch die prachtvoll blau blühende *Cl. florida*, die gegenwärtig viel kultiviert wird. *Ranunculus* umfasst wenigstens 250 Arten, die vorherrschend der nördlich gemässigten Zone eigen sind. *R. Ficaria* (*Scharbockskraut*) (Fig. 134 *A*), eine der ersten Frühlingspflanzen, vermehrt sich hauptsächlich durch Seitenknospen, die früh eine dicke Wurzel erzeugen und so den Getreidekörnern ähnliche Gebilde hervorbringen. Die Wasserhahnenfüsse blühen weiss und haben entweder nur zerschlitzte Wasserblätter (*R. fluitans*) oder ausserdem noch minder geteilte Luftblätter (*R. aquatilis*); *R. acer* mit gelben Blüten ist häufig auf Wiesen; *R. asiaticus* mit sehr vielfarbigen, kugeligen Blüten wird häufig kultiviert. *Thalictrum* mit 4 leicht abfälligen Blütenhüllblättern hat eine ähnliche Verbreitung; sehr schön ist und auch als Zierpflanze wird kultiviert *Th. aquilegiifolium* (Fig. 134 *C*); *Adonis vernalis*, mit grossen gelben Blüten, in Ost- und Mitteleuropa verbreitet, war früher offizinell.

Was von fossilen Resten der Ranunculaceae beschrieben worden ist, muss als mehr wie fraglich bezeichnet werden. Die Gattung *Dewalquea*, von der Kreide bis ins untere Eocän vorhanden, hat man wohl mit Unrecht mit *Helleborus* verglichen.

Morphologie. Rhizome sind hier ausserordentlich verbreitet; sie sind häufig Sympodien und der Fortsetzungsprozess tritt aus einem bodensichtigen Blatte; in der fertilen Region ist gewöhnlich der Spross aus dem unteren Vorblatte der Fortsetzungs- oder geförderte Spross (Wickel nach Ranunculaceentypus). Knollenförmige Anschwellung der kurzen (*Ranunculus bulbosus*) oder langen Rhizomachse (*Anemone*) und der Wurzel sind häufig (*Paeonia*). Auf den Wurzeln entwickeln sich zuweilen Adventivknospen (*Anemone silvestris*). Die Blütenhülle geht zuweilen allmählich in die Staubblätter über (*Paeonia*), Kelch und Krone sind selten geschieden (*Ranunculus*); ihre Elemente nehmen oft Quirlstellung an (*Anemone*). In den Staubblättern können zwar oft zwei sich schneidende Spiralsysteme nachgewiesen werden, aus denen die sogenannte genetische Spirale ermittelt wird, häufig aber sind auch übereinander gestellte, abwechselnde (*Delphinium, Thalictrum*) oder gedrehte Quirle (*Nigella*). Das erste Verhältnis der Stellung scheint für die Karpiden ausnahmslos zu gelten.

Die äussere Gestaltung der Blütenhülle ist sehr mannigfach.

Bei *Aquilegia* sind ihre Blätter ausgesackt und spornartig nach unten gezogen. Sie sind zygomorph bei *Delphinium* und *Aconitum*; bei ersterem wird das rückwärts gestellte Kelchblatt spornförmig verlängert, das dort befindliche Blumenblattpaar trägt 2 spornförmige Fort-

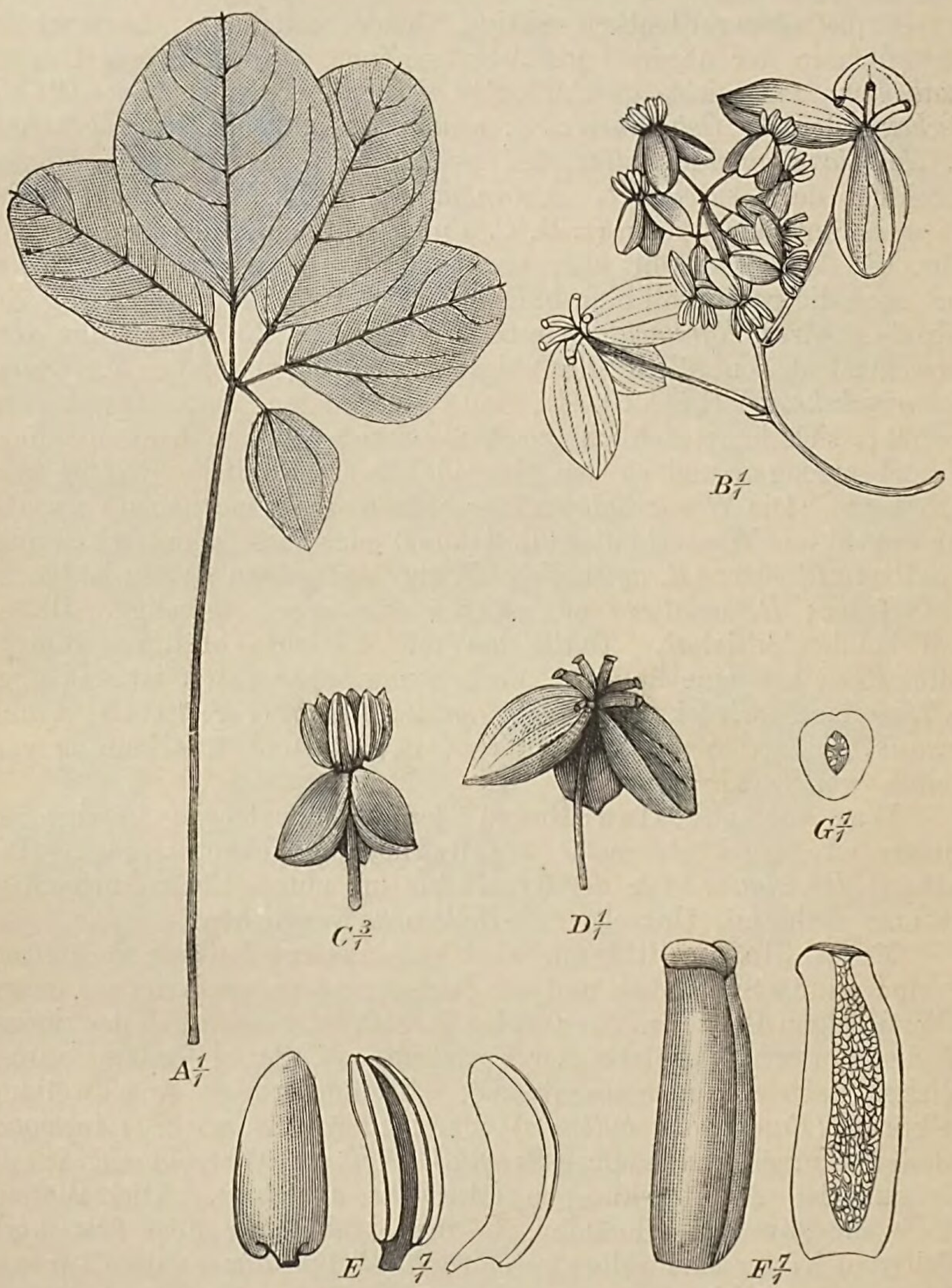


Fig. 135. *Akebia quinata*. *A* Blatt; *B* Blütenstand; *C* männliche, *D* weibliche Blüte; *E* Staubbeutel; *F* Fruchtknoten; *G* derselbe im Querschnitte (nach Koehne).

sätze, die in die Höhlung des Kelchsporns hineinragen; die seitlichen vorderen Blumenblätter nehmen allmählich an Grösse ab. *Aconitum* hat ein dorsales, helmförmiges Kelchblatt, in das 2 Blumenblätter hineinragen, welche langgestielte, etwas gespornte, gekrümmte, düten-

förmige Organe darstellen (die beiden Pferdchen). Sie sind Honigbehälter; auch sonst sind solche absondernde Organe häufig entwickelt, sitzen aber gewöhnlich in der Form von Schüppchen, Taschen oder Krügchen am Grunde der Blütenhüllblätter.

Die krautigen Ranunculaceae haben stets einzelne, nicht durch Interfascikularcambium überbrückte Gefässbündel; markständige Bündel fehlen nicht (*Actaea, Thalictrum*); die Holzgewächse haben dagegen stets einen Cambiumring. Sekretbehälter fehlen.

Die Uebertragung des Pollens geschieht wohl stets durch Insekten, die Blüten sind proterandrisch oder homogam.

88. Familie. Lardizabalaceae.

Windende Sträucher mit häufig gefingerten Blättern und aus 3gliedrigen Wirteln aufgebauten Blüten, die Kelch und Krone gesondert erkennen lassen. Sie sind grösstenteils im äussersten Ostasien heimisch, z. B. *Akebia quinata* (Fig. 135), die bei uns zuweilen als Schlingpflanze kultiviert wird; *Lardizabala* aber ist chilenisch.

89. Familie. Berberidaceae.

Die Blüten sind zwittrig, strahlig, 2—3zählig, mit doppelter Blütenhülle. Staubblätter sind 4 oder 6, selten viele vorhanden mit klappig, selten in Längsspalten aufspringenden Beuteln. Der einzelne Fruchtknoten enthält mehrere bis zahlreiche, grund- oder wandständige, gewendete Samenanlagen. Der Same umschliesst ein reichliches Nährgewebe. — Kräuter oder Sträucher mit einfachen oder zusammengesetzten Blättern und einzelnen endständigen, gewöhnlich aber zahlreichen, in Trauben gestellten Blüten, die nicht selten mit einer Gipfelblüte abschliessen.

Berberis, eine sehr artenreiche, hauptsächlich in Amerika, aber auch in Ostasien entwickelte Gattung, kommt bei uns nur mit *B. vulgaris* vor; sie hat rote Beeren und ist bemerkenswert wegen des auf den Blättern vorkommenden Aecidiums des Getreiderostes (*Puccinia graminis*); *B. Aquifolium* aus Nordamerika, mit immergrünen Blättern, rispigen Blütenständen und blauen Beeren, wird häufig kultiviert und viel zu Bindereien benutzt. *Podophyllum peltatum* hat zahlreiche Staubgefässe; Stengel und Wurzeln sind giftig, es wird jetzt von dem deutschen Arzneibuche gefordert.

Morphologie. Die Stacheln von *Berberis* sind den Blättern von Kurztrieben homolog. Der Blütenbau bietet nichts Besonderes; der äusserste Cyclus der 3gliedrigen Blüten kehrt ein Paar von Blättern nach rückwärts. Wie bei Gipfelblüten stets, entwickelt sich die von *Berberis* früher als die unmittelbar darunter befindlichen Seitenblüten und blüht auch früher auf. Wurzel und Holz enthalten sehr häufig das purgierend wirkende Alkaloid *Berberin*, Blätter und Früchte häufig Apfelsäure.

Die Pollenübertragung geschieht durch Insekten; bei der Berührung einer am Grunde des Staubfadens befindlichen, reizbaren

Stelle wird plötzlich eine nach innen gerichtete Bewegung ausgelöst, durch die das Insekt mit Pollen überschüttet wird, es erschreckt und zum Entfernen veranlasst.

90. Familie. Menispermaceae.

Die Blüten sind strahlig, 2häusig, getrenntgeschlechtlich, aus vielen 3gliedrigen Wirteln aufgebaut. Die Hülle lässt oft eine Sonderung

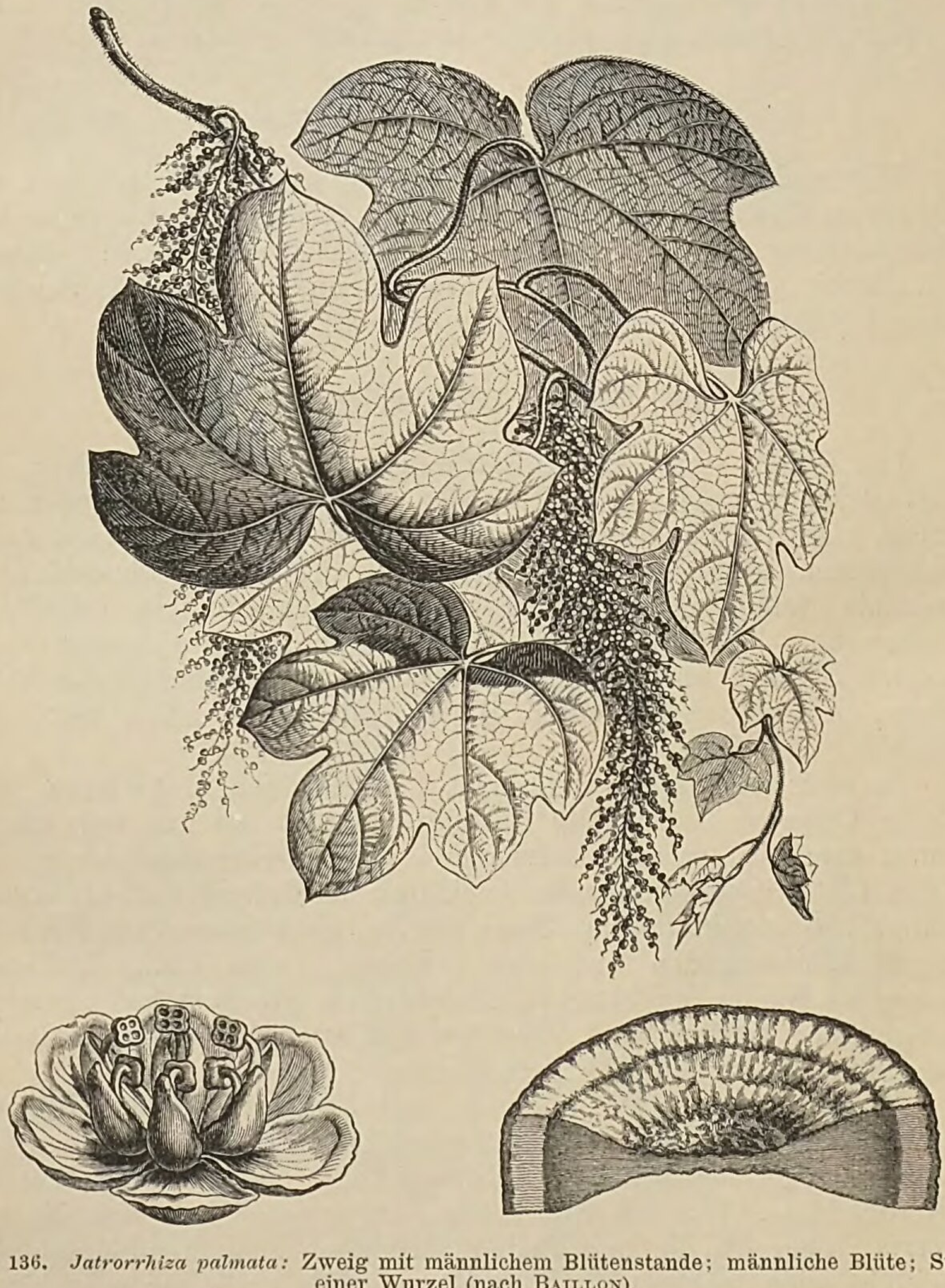


Fig. 136. *Jatrorrhiza palmata:* Zweig mit männlichem Blütenstande; männliche Blüte; Stück einer Wurzel (nach Baillon).

in Kelch und Krone erkennen, beide werden meist aus je 2 Wirteln zusammengesetzt. Fruchtknoten sind gewöhnlich 3 vorhanden mit je einer hängenden, halbgewendeten Samenanlage. Die Frucht ist stein-

fruchtartig, der Same umschliesst einen hufeisenförmig gekrümmten Keimling. — Meist schlingende Sträucher mit spiralig gestellten, ungeteilten oder gelappten Blättern und kleinen, achselständigen Blüten, die fast stets reichblütige Rispen bilden. *Cissampelos Pareira,* ein durch beide Tropen verbreitetes, aufrechtes, recht vielgestaltetes Kraut, liefert *Radix Pareira brava,* die falsche Pareirawurzel. *Jatrorrhiza palmata* (Fig. 136) von Ostafrika gibt *Radix Calumba* (nach *Kalumb,* dem einheimischen Namen). *Anamirta Cocculus* enthält in den Früchten (ehemals als *Fructus Cocculi* offizinell) das giftige Pikrotoxin, sie werden zum Vergiften der Fische benutzt. *Chondodendron tomentosum* liefert *Radix Pareira.*

Die fossilen Blattreste, welche als Menispermaceae gedeutet werden, sind durchaus zweifelhaft. Eine aus dem Pliocän Australiens beschriebene Frucht, *Rhytidocaryon Wilkinsonii,* gehört eher hieher. Ein im Tertiär von Ungarn gefundenes Holz, *Lillia viticulosa,* hat Menispermaceenstruktur.

Morphologie. Die Zweigeschlechtlichkeit lässt sich wegen der nicht selten anwesenden rudimentären Organe des zweiten Geschlechtes auf Fehlschlag zurückführen. Das Aufspringen der Staubbeutel geschieht gewöhnlich in transversalen Spalten. Bemerkenswert ist der oft anomale Holzbau: Die radial angeordneten Bündel werden durch breite Markstrahlen getrennt und aussen von Sklerenchymsicheln umfasst. Die Thätigkeit des Cambiums wird bald eingestellt, dafür tritt ein gefördertes Wachstum der Rinde auf: in ihr entstehen neue Procambiumherde und daraus neue konzentrisch geordnete Bündel.

91. Familie. Calycanthaceae.

Sie enthält nur eine Gattung, von der eine Art, *Calycanthus florida* als *Nelkenbaum* aus Nordamerika wegen der sehr aromatisch riechenden, dunkelbraunen Blüten kultiviert wird, ebenso wie *C. glauca* (Fig. 137). Die vielblättrige Blütenhülle ist spiralig gebaut. Die vielen Fruchtknoten sind wie bei der Rose in einen Becher eingesenkt; jene umschliessen 2 aufrechte, gewendete Samenanlagen. Die Blätter stehen kreuzgegenständig und enthalten Oelschläuche.

92. Familie. Monimiaceae.

Die Blüten sind oft eingeschlechtlich, strahlig, mit einer vielblättrigen Hülle, die zuweilen in Kelch und Krone getrennt ist. Staubblätter sind gewöhnlich viele auf der gewölbten oder vertieften Achse befestigt. Die zahlreichen Fruchtblätter sind frei und umschliessen einzelne, gewendete, aufrechte Samenanlagen; sie sind nicht selten an einem Achsenbecher befestigt, der später eine feigenartige Scheinfrucht liefert, in der die nussartigen Früchtchen eingesenkt sind. — Bäume mit meist gegenständigen, ganzen Blättern ohne Nebenblätter, die Oelschläuche enthalten. Blüten einzeln oder in cymösen Aggregaten.

Sie gehören fast ausschliesslich der südlichen Hemisphäre an und sind wahrscheinlich eine der am besten charakterisierten Gruppen

des altoceanischen Florenreiches. — *Peumus Boldus* in Chile liefert die aromatischen *Folia Boldu,* die Samen sind essbar.

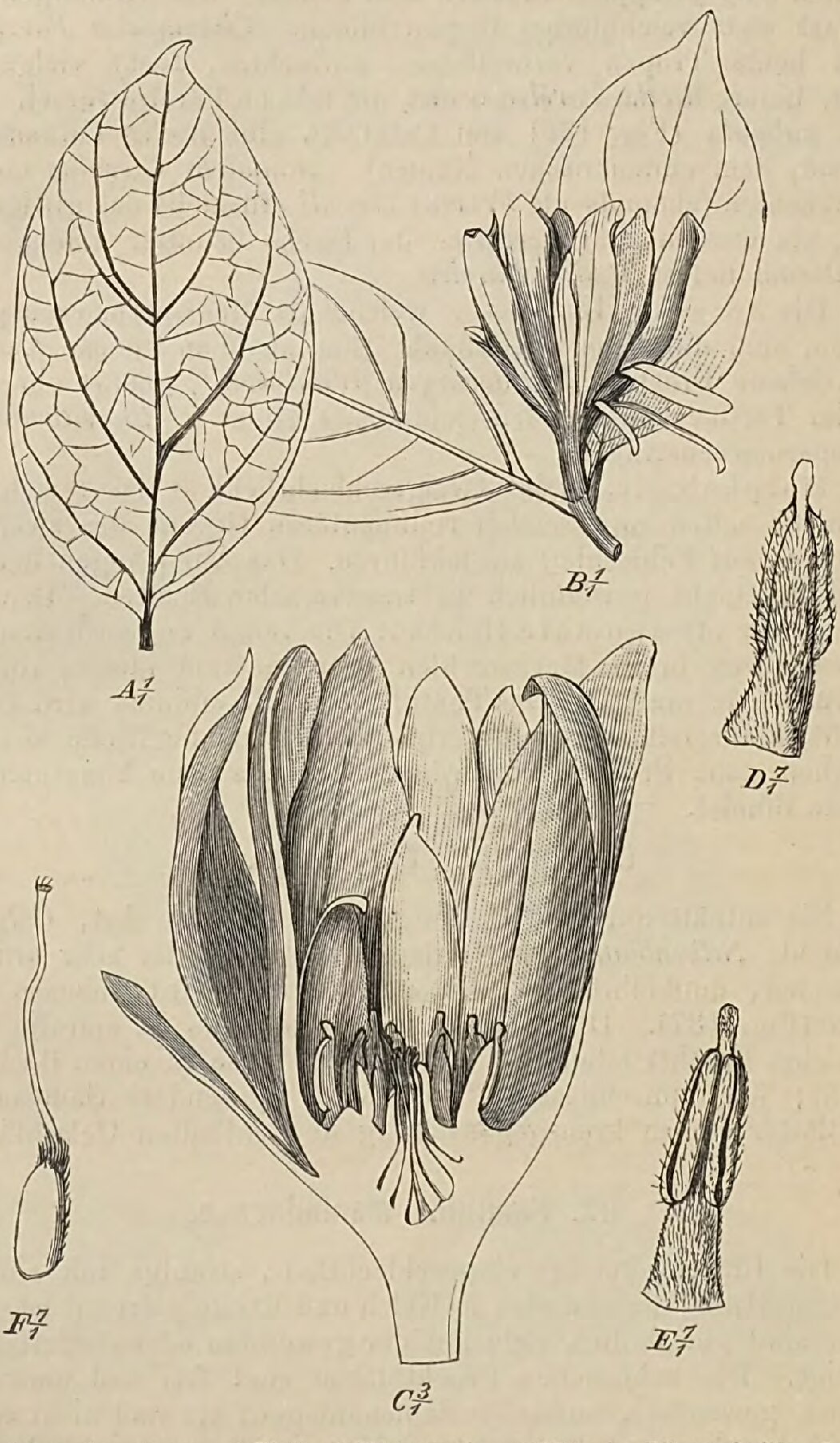


Fig. 137. *Calycanthus glauca.* *A* Blatt; *B* Blütenzweig; *C* Blüte im Längsschnitte; *D* Staubblatt von innen gesehen; *E* dasselbe von aussen; *F* einzelner Fruchtknoten (nach KOEHNE).

93. Familie. Lauraceae.

Die Blüten sind strahlig, zwittrig oder häufig durch Fehlschlag eingeschlechtlich, gewöhnlich 3zählig; die Hülle ist nur selten deutlich

in Kelch und Krone geschieden. Die Staubblätter stehen in 3 bis 4 Kreisen, von denen einer oder mehrere staminodial werden können; die Staubbeutel sind 2- oder 4fächrig und öffnen sich mit Klappen.

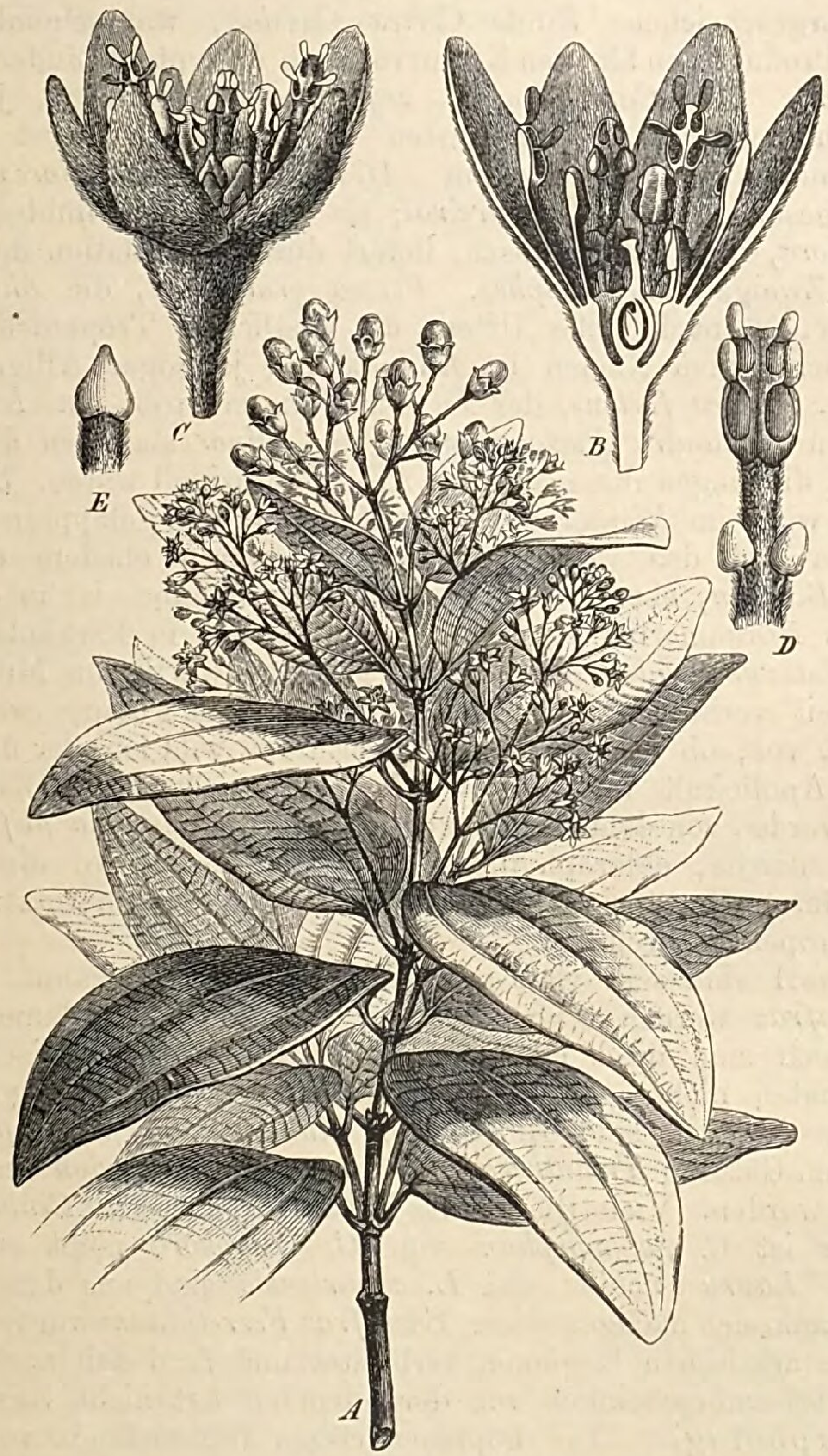


Fig. 138. *Cinnamomum zeylanicum*. *A* Blühender und fruchtender Zweig; *C* Blüte; *B* dieselbe im Längsschnitte; *D* fertiles, *E* steriles Staubblatt (nach LUERSSEN).

Der einzelne Fruchtknoten ist 1fächrig mit einzelner hängender, gewendeter Samenanlage. Die Frucht ist beerenartig der Same enthält kein Nährgewebe, dafür sind die Keimblätter stets dick, fleischig. — Bäume oder Sträucher mit meist lederartigen, immergrünen, spi-

ralig gestellten, nicht selten 3nervigen Blättern ohne Nebenblätter, mit Oel- und Schleimschläuchen. Blüten in traubigen oder cymösen Inflorescenzen, sehr selten einzeln, meist unansehnlich.

Cinnamomum Cassia aus Tonkin liefert die von dem Arzneibuche vorgeschriebene Rinde *Cortex Cassiae;* wahrscheinlich gab dasselbe Produkt den ältesten Kulturvölkern, Aegyptern, Juden u. s. w. den *Zimmt.* Der *Canel* von *C. zeylanicum* (Fig. 138), jetzt auf Ceylon in besonderen Zimmtgärten kultiviert, wird erst um das 11. Jahrhundert n. Chr. erwähnt. Die *Zimmtblüten, Flores Cassiae* kommen besonders von *C. Loureiroi*; sie sind die abgeblühten Blüten. *C. Camphora,* in Japan heimisch, liefert durch Destillation des Holzes und der Zweige den *Kampher. Persea gratissima,* die *Ahuaca* der Mexikaner, ist nach vieler Urteile die köstlichste Tropenfrucht, aus dem einheimischen Namen ist Advokaten-, ja sogar Alligatorbirne geworden. *Ocotea foetens,* der *Til* der Kanaren, gibt eine Art Stinkholz. Von *Nectandra Puchuri major* und *minor* stammen die *Fabae Pichurim,* die wegen ihres scharfen Aromas offizinell waren. *Sassafras officinale* wirft im Winter die vielgestalteten, oft gelappten Blätter; die Rinde und das wohlriechende Holz waren ehedem offizinell. *Lindera Benzoin,* ebenfalls mit wechselndem Laube, ist in dem gemässigten Nordamerika zu Hause, wird bei uns in Parkanlagen gezogen. *Laurus nobilis*, der *Lorbeer,* ist gegenwärtig im Mittelmeergebiet weit verbreitet und kommt noch in Cherbourg wenigstens verwildert vor; ob er ursprünglich in Europa wild ist oder durch den früheren Apollokult verbreitet wurde, ist unsicher; die Blätter und Früchte werden von dem Arzneibuch gefordert. *Cassytha filiformis* ist eine parasitische, chlorophylllose Form der Lauraceae, die *Cuscuta* ähnlich durch Haustorien auf anderen Pflanzen schmarotzt; sie ist in den Tropen verbreitet.

Fossil sind sehr viele gut gesicherte Reste bekannt. Blätter von *Sassafras* werden schon aus der Kreide von Nordamerika genannt, doch sind diese Funde selbst, sowie das geologische Alter der Schichten nicht ganz genau bestimmt. Im Unteroligocän des Bernsteins dagegen sind Blüten von *Cinnamomum prototypum* und einer neuen Gattung *Trianthera,* die sich an *Eusideroxylon* anschliesst, gefunden worden. Viele Blätter des Tertiärs gehören zu *Cinnamomum* und zwar ist *C. polymorphum* von *C. Camphora* nicht zu unterscheiden. *Laurus nobilis* und *L. canariensis* sind aus dem Pliocän von Südfrankreich nachgewiesen. *Sassafras Ferretianum* war im Tertiär bis in die arktischen Regionen verbreitet und fand sich auch in Europa; es ist wahrscheinlich von der lebenden Art nicht verschieden.

Morphologie. Die köpfchenartigen Blütenstände von *Litsea* und anderen, welche von einer Hochblatthülle umgeben werden, bauen sich zuerst als 2 kreuzgegenständige Blütenpaare auf; später schalten sich zwischen ihnen, die transversale und mediane Lage haben, weitere Blüten in diagonaler Stellung ein. Die Beutel öffnen sich meist intrors, doch kommen im 3. Kreise des Androeceums auch extrorse vor; in demselben Kreise haben die Fäden am Grunde oft seitliche Auswüchse. Meist sind nur 3 Kreise fertil; bei *Cinnamomum*

Camphora kommt noch ein vierter hinzu, bei *Eusideroxylon* werden die beiden äusseren staminodial, so dass nur 3 fertile Staubblätter bleiben. An der Fruchtbildung beteiligt sich meist der Achsenbecher, welcher den Fruchtknoten umgibt und auf dem die übrigen Organe befestigt sind (*Cinnamomum, Sassafras*).

94. Familie. Hernandiaceae.

Sie lehnt sich in vielen morphologischen Einzelheiten, anatomisch wegen des Vorhandenseins von Sekretzellen an die Lauraceae an, doch ist nur ein Staubblattkreis vorhanden und der Fruchtknoten unterständig. Sie sind ausschliesslich tropisch. *Hernandia peltata* ist eine in Malesien und Polynesien weit verbreitete Strandpflanze.

13. Reihe. Rhoeadales.

Blüten cyklisch, mit doppelter, in Kelch und Krone gesonderter, selten einfacher Blütenhülle oder nackt, strahlig oder zygomorph. Fruchtknoten oberständig, aus 2 bis vielen, verbundenen Fruchtblättern zusammengesetzt.

95. Familie. Papaveraceae.

Die Blüten sind zwittrig, strahlig oder zygomorph mit doppelter, deutlich in Kelch und Krone zu scheidender Blütenhülle; der erstere ist gewöhnlich 2-, die letztere 4blättrig. Die Staubblätter sind sehr zahlreich in abwechselnden Quirlen, selten nur 4 oder 6. Der Fruchtknoten ist oberständig und aus 2 bis vielen Karpiden verwachsen; er ist 1fächrig und umschliesst zahlreiche, wandständige, gewendete Samenanlagen. Die Frucht ist gewöhnlich kapselartig. Die Samen enthalten reichliches, ölhaltiges Nährgewebe. — Einjährige oder ausdauernde Kräuter mit gewöhnlich spiral gestellten, seltener kreuzgegenständigen, ganzen, gelappten oder eingeschnittenen Blättern, die Milchsaft führen. Blüten einzeln, endständig oder in dolden- und traubenartigen Inflorescenzen.

Die *Hypecoideae* haben 4 Staubblätter; zu ihnen gehören nur 2 Gattungen; *Hypecoum procumbens* und andere Arten wachsen im Mittelmeergebiete.

Die *Papaveroideae* besitzen viele Staubblätter und spornlose Blumenblätter. *Chelidonium majus* mit orangefarbenem Milchsafte gilt für scharf giftig; *Argemone mexicana* mit stacheliger Kapsel ist eine in den Tropen weit verbreitete Ruderalpflanze. *Papaver*, ausgezeichnet durch einen aus vielen Karpiden aufgebauten Fruchtknoten und strahligen, sitzenden Narbenlappen, ist die grösste Gattung der Unterfamilie: *P. Rhoeas* (*Klatschrose*) mit grossen, inkarnatroten Blüten liefert die offizinellen *Flores Rhoeados*; *P. somniferum* gibt das Opium, welches den eingetrockneten Saft der unreifen Kapseln darstellt; die Samen sind wichtig zur Gewinnung eines Speiseöles.

Die *Fumarioideae* haben 6 Staubblätter und 1—2 gespornte Blumenblätter. *Dicentra spectabilis* (*Herzblümchen*) mit 2 Sporen aus China wird sehr häufig in Gärten kultiviert. *Corydalis* ist nur 1spornig und hat in dem Fruchtknoten mehrere Samenanlagen. Die fast 100 Arten umfassende Gattung gehört hauptsächlich dem Mittelmeergebiete, West- und Centralasien an; *C. cava*, mit hohlen Knollen, ist bei uns am verbreitetsten; *C. ochroleuca* aus Südeuropa, ohne Knollen, wird in Gärten gezogen und findet sich verwildert auf Mauern. *Fumaria* unterscheidet sich von der vorigen durch Fruchtknoten mit einer Samenanlage; *F. officinalis* ist ein häufiges Ackerunkraut (*Erdrauch*).

Morphologie. Die Achse geht entweder direkt in eine Einzelblüte aus (*Sanguinaria*) oder erzeugt in den Achseln der spiralig gestellten Laubblätter neue Sprosse, die sich wieder verzweigen oder häufig durch Blütenstände abgeschlossen werden. Durch die Ausbildung nur zweier Sprosse unter der Gipfelblüte entstehen Dichasien, die endlich in Monochasien mit Wickeltendenz übergehen (*Glaucium*). Werden die Laubblätter der Endtriebe hochblattartig und die Blütenanlagen zahlreich, so entstehen traubige (*Corydalis, Fumaria*), unter Umständen auch rispige Inflorescenzen (*Bocconia cordata*). Die Blütenstände von *Chelidonium* sind Dolden mit Gipfelblüte, bei den Seitenblüten erscheinen die Deckblätter später als die Blütenanlagen. Die Dolden schliessen hier ebenfalls den Spross ab, und unter ihnen bilden sich 2 oder endlich durch Reduktion nur einzelne neue Zweige aus, die gleichfalls nach dem Wickeltypus verkettet sind. Die beiden Kelchblätter liegen transversal, wenn keine Vorblätter entwickelt — median, wenn diese vorhanden sind, nur bei *Chelidonium* haben sie trotz des Fehlens derselben mediane Lage. Die Blumenblätter stehen in dekussierten Paaren. In den Gattungen der *Fumarioideae* werden die 6 Staubblätter, die in 2 dreigliedrigen Gruppen stehen, und von denen das mittlere di-, die seitlichen monothecisch sind, gewöhnlich theoretisch folgendermassen gedeutet: das mittlere ist das eigentliche Staubblatt, die seitlichen sind Nebenblätter. Die Entwickelungsgeschichte zeigt aber die mittleren dithecischen Staubblätter als ein Paar, das die Dekussation der Blumenblätter fortsetzt, und die kleineren als 4 in schrägem Kreuz gestellte, spätere Organe. Je 3 der nebeneinander stehenden Körper werden dann durch ein gemeinschaftliches basales Schaltstück verbunden. Die Narben der Papaveraceae zeigen oft eigentümliche Bereicherungen durch Zipfel zwischen den Karpidspitzen.

Bei den zygomorphen Blüten der *Fumarioideae* liegt die Symmetrale transversal, durch Drehungen im Blütenstiele oder Ueberkippung wird die Aufhängung aber verändert und der Sporn fällt nach hinten. Pelorienartige Abwandlungen durch die Ausbildung eines zweiten Spornes oder die völlige Unterdrückung des Spornes kommen bei *Corydalis* vor.

Bei *Chelidonium, Corydalis* u. s. w. hat der Same einen Arillus. Bunte Farben und Honigabsonderung (bei den zygomorphen Arten im Sporn) sind Lockmittel für die Insekten zur Pollenübertragung.

Durch Anbeissen des Sporens verüben die Hummeln nicht selten einen unbefugten und unzweckmässigen Einbruch in die Honigbehälter.

96. Familie. Cruciferae.

Die Blüten sind fast stets strahlig und zwittrig. Die 4 Kelchblätter bilden 2 dekussierte, transversal-median gestellte Paare. Die Blumenblätter stehen im schrägen Kreuz. Staubblätter sind fast stets 6 vorhanden, davon 2 kleinere in transversaler, 4 grössere, einander genähert, in medianer Stellung. Der Fruchtknoten ist oberständig und wird aus 2 Karpiden gebildet, die transversal stehen. Die Frucht ist fast stets eine Schote, seltener nüsschenartig oder eine Gliederschote. Die Samen enthalten kein Nährgewebe. — Einjährige oder ausdauernde Kräuter, die zuweilen am Grunde verholzen und halbstrauchartig werden; die Blätter stehen in spiraliger Ordnung, sie sind ganz oder geteilt.

Die *Thelypodieae* sind Gewächse mit einfachen Haaren oder kahle Pflanzen, deren Narbe ringsum gleichförmig entwickelt ist. Sie sind vorzugsweise Bürger der südlichen Halbkugel; am Kap z. B. ist *Heliophila* mit mehr als 60 Arten entwickelt. *Pringlea antiscorbutica* auf Kerguelenland wird wie Kohl gegessen und hat sich als sehr wirksam gegen den Skorbut erwiesen.

Die *Sinapeae* haben ebenfalls einfache Haare oder sind kahl; ihre Narben sind über den Kommissuren am stärksten entwickelt. *Lepidium ruderale* ist ein fast über die ganze Erde verbreitetes Unkraut; dasselbe gilt, wenn auch in geringerem Umfang, von *Thlaspi arvense,* welches durch seine kreisrunden, grossen Schötchen auffällt. *Cochlearia officinalis,* der Form der Blätter halber *Löffelkraut* genannt, wird heute noch in den Apotheken geführt (*Herba Cochleariae*), diese Art wie ihre Verwandten im hohen Norden werden gleichfalls gegen den Skorbut gerühmt; *C. Armoracia,* der *Mährrettig,* wegen seines sehr scharfen Rhizoms als Küchengewürz gebaut und vielfach verwildert, leitet seinen Namen von Mähre = Pferd ab (*Horse radish* der Engländer). *Sisymbrium officinale,* mit rutenförmigen Doldentrauben, ist ein häufiges Ruderalgewächs in der nördlich gemässigten Zone. *Isatis tinctoria,* der *Waid*, wurde vor der Einführung des Indigo häufig gebaut und wie dieser verwendet. *Zilla spinosa* und einige verwandte Formen sind spärlich beblätterte, dornige Wüstensträucher. *Sinapis alba* (*weisser Senf*), kenntlich an den abstehenden Kelchblättern und dem flachen, zweischneidigen Fruchtschnabel, liefert die sehr scharfen *Semina Erucae,* die aber nicht offizinell sind, sondern nur zu kulinarischen Zwecken (*englischer Senf, Mostrich*) gebraucht werden. *Brassica nigra,* ebenfalls mit abstehenden Kelchblättern, aber cylindrischem Fruchtschnabel, gibt die *Semina Sinapis,* die offizinellen schwarzen *Senfkörner,* die das sehr scharfe Senföl enthalten. *B. Sinapistrum* (*Sinapis arvensis*), der *Ackersenf,* ist ein häufiges Ackerkraut; es ist an dem konischen Schnabel und den Fruchtklappen zu erkennen, die von 3 Adern durchlaufen werden; *B. oleracea*,

B. campestris und *B. Napus* haben dagegen mit einem konischen Schnabel einnervige und netzadrige Klappen; *B. oleracea* (Fig. 139), der *Kohl,* durch glatte Samen ausgezeichnet, wird in vielen Varietäten kultiviert: der *Braun-* oder *Grünkohl* (*acephala*) hat einen verlängerten, mit lockerer gestellten Blättern versehenen Stengel; der *Weisskohl*, *Weiss-* und *Rotkraut* (*capitata*), besitzt einen kopfig gedrängten, dichten, glatten Blattschopf; der *Wirsingkohl* (*sabauda*) verhält sich gleich, hat aber blasige Blätter; der *Rosen-* oder *Sprossen-*

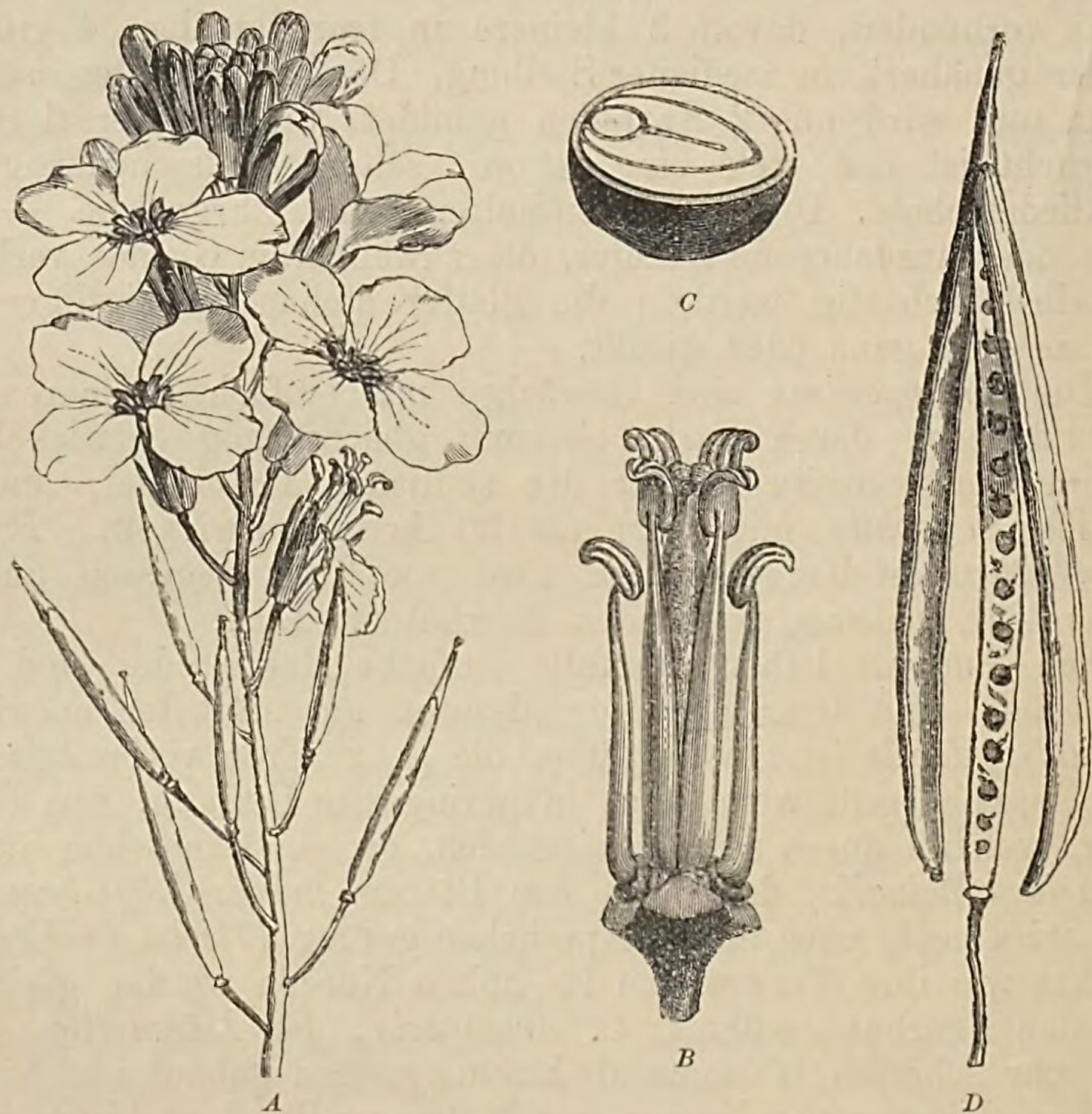


Fig. 139. *Brassica oleracea: A* Blütenstand; *B* Blüte, von der Kelch und Blumenblätter entfernt sind; *C* Same im Querschnitte mit orthoplokem Keimlinge; *D* aufgesprungene Frucht (nach Baillon).

kohl (*gemmifera*) erzeugt in den Blattachseln zahllose, mit mehr oder minder blasigen Blättern versehene, kleine, kopfige Knospen; der *Blumenkohl* (*Botrytis*) ist eine Form, die wegen des in eine käsige Masse umgebildeten Blütenstandes kultiviert wird; die *Oberrübe, Kohlrabi* (*gongylodes*), wird wegen der fleischigen, kugelförmigen Anschwellung des Wurzelhalses kultiviert; *B. campestris* mit grubig vertieften Samen und grasgrünen Blättern hat einen Blütenstand, in dem die Knospen von den geöffneten Blüten überragt werden. Von ihr müssen folgende Varietäten unterschieden werden: der *Sommerrübsen* (*annua*), eine 1jährige, und der *Winterrübsen* (*oleifera*), eine 2jährige Pflanze, werden wegen ihrer ölreichen Samen gebaut; die *Wasserrübe* (*weisse, Teltower Rübe, Turnip*) liefert in der fleischigen Pfahl-

wurzel Gemüse und Viehfutter; *B. Napus* mit blaugrünen Blättern hat eine Inflorescenz, in welcher die Knospen die entwickelten Blüten überragen; auch sie wird unter dem Namen *Raps* als Oelpflanze gebaut und von ihr wieder der *Sommerraps* (*annua*) vom *Winterraps* (*oleifera*) unterschieden; die Form mit fleischig verdickter Pfahlwurzel (*Napobrassica*), ist die *Kohlrübe* oder *Wruke*. *Raphanus* unterscheidet sich von *Sinapis* durch aufrechte Kelchblätter: *R. Raphanistrum*, der *Hederich*, ist ein gemeines Ackerunkraut, er hat eine Gliederhülse und ist hiedurch vom *Rettig* (*R. sativus*) verschieden. *Nasturtium officinale* (*Brunnenkresse*) mit bitterlich und scharf schmeckenden Blättern, ist in der gesamten nördlich gemässigten Halbkugel verbreitet und wird bei Erfurt und in England im grossen als Salatpflanze gebaut. *Cardamine* ist eins der wenigen auch in den Tropen gedeihenden Geschlechter; bei uns sind *C. pratensis* (*Wiesenschaumkraut*) und *C. amara*, die vielfach als Brunnenkresse gegessen wird, heimisch.

Die *Schizopetaleae* haben eine Bekleidung aus Sternhaaren und besitzen eine gleichförmig entwickelte oder in dorsale Zipfel auslaufende Narbe; sie sind ausschliesslich amerikanisch und umfassen eine grössere Anzahl artenarmer Geschlechter, nur *Lesquerella* hat über 30 Arten.

Die *Hesperideae* besitzen gleichfalls Sternhaare, zuweilen auch Drüsenhaare oder Drüsenhöcker, ihre Narben gehen aber in kommissurale Zipfel aus. *Capsella bursa pastoris* mit 3eckigen Schötchen ist völlig kosmopolitisch; *Neslea panniculata* und *Camelina foetida* sind mit dem Getreide- und Leinbau verbreitete Unkräuter. Die Gattung *Draba* mit eiförmigen oder elliptischen Schötchen ist eine der grössten der Familie, die besonders in den arktischen Gebieten und den Gebirgen der nördlichen Hemisphäre, aber auch in Südamerika sehr formenreich entwickelt ist: *Draba verna (Hungerblümchen)* ist die gemeinste und verbreitetste, neuerdings wieder in zahllose Arten zerspaltene Art, *D. aizoides* mit gelben Blüten ist eine verbreitete Alpenpflanze, die auch in den den Alpen vorgelagerten Ländern wächst; *Arabis* hat schmale, lange Schoten, sie ist ebenfalls sehr artenreich; bei uns ist am häufigsten *A. arenosa (Gänsekresse), A. albida* im Kaukasus wild, wird als einer der frühesten Frühlingsblüher häufig gebaut; *Anastatica hierochuntica (falsche*[1]) *Jerichorose)* ist bekannt wegen der stark hygroskopischen Eigenschaften der verholzten, ausgebreiteten, im Fruchtzustande eingekrümmten Zweige der 1jährigen Pflanze, die sich durch Befeuchtung wieder auseinander schlagen; sie wächst häufig in den Wüsten von Aegypten bis ans Tote Meer und bis nach Persien, aber nicht bei Jericho; *Matthiola incana* aus dem Mittelmeergebiet ist die in zahllosen Formen kultivierte *Levkoje*.

Morphologie. Bemerkenswert ist zunächst das Vorkommen von Knospen auf Wurzeln und auf Blättern bei *Cardamine pratensis*. Der Blütenstand ist stets traubig, ohne Gipfelblüte; der Vegetations-

[1]) Die echte Jerichorose ist *Odontospermum pygmaeum*.

kegel liegt dabei deprimiert, er wird schon in frühester Jugend von den Blütenanlagen überragt und durch die dichte Zusammenschliessung derselben geschützt; auch später ist diese Anordnung noch zu beobachten (Doldentraube, corymbus); Deckblätter sind selten entwickelt; Vorblätter finden sich überhaupt nicht [1]). Der Kelch wird theoretisch als zwei dekussierte Paare gedeutet, von denen das erste median steht; mit ihm kreuzen sich in diagonaler Stellung die 4 Blumenblätter. Die zwei transversalen Staubblätter sind ein äusseres Paar, während die inneren 4 als ein zweites mit jenem sich kreuzendes, aber in den Elementen verdoppeltes Paar betrachtet werden. Die beiden Karpiden haben wieder transversale Lage. In der Blüte treten zuweilen Reduktionen und Umwandlungen auf; so hat *Pringlea antiscorbutica* zuweilen nur 1—3 Blumenblätter, die Rudimente der übrigen sind aber stets nachweisbar; die Blumenblätter fehlen ebenso zuweilen bei *Cardamine, Nasturtium* u. s. w.; von *Capsella bursa pastoris* gibt es eine Form, in der sie zu Staubblättern umgewandelt sind. Das Androeceum ist durch Unterbleiben des Zerfalls im inneren Paare zuweilen nur 4gliedrig. Eine Vermehrung desselben erzielt dagegen die Erhöhung der Staubblattzahl bis 16. Honigdrüsen finden sich in der Nachbarschaft der transversalen Staubblätter und zwar sind sie entweder rechts und links von jedem gestellt, oder die Paare fliessen zu Einzelkörpern vor ihnen zusammen. Die Narbengewebe stehen entweder rings um die Oeffnung der Griffelröhre gleichmässig oder sie sind lappenförmig vergrössert; die Läppchen treten dabei entweder in die Flucht der Karpiden (dorsale Narben) oder in die Kommissuren (kommissurale Narben). Die Fruchtklappen lösen sich von einem durch die verhärteten Placenten gebildeten Rahmen (Replum). *Pringlea* hat einfächrige, scheidewandlose Kapseln.

Der Keimling ist immer gekrümmt; bezüglich der Lage des Würzelchens zu den Keimblättern sind folgende, für die frühere Einteilung der Familie massgebende Verhältnisse zu beobachten: der *notorrhize* Keimling legt das Würzelchen auf den Rücken des einen der übereinander geordneten Keimblätter; der *pleurorrhize* besitzt flach aneinander gelegte Keimblätter, das Würzelchen ruht auf der gemeinschaftlichen Berührungskante beider; der *orthoploce* Keimling gleicht der Natur nach dem ersten, d. h. also, das Würzelchen ruht auf dem Rücken des einen Keimblattes, beide sind aber so gefaltet, dass sie die Wurzel umfassen.

Anatomisch ist das Vorkommen von Eiweissschläuchen bemerkenswert, die den Milchsaftgefässen der Papaveraceae homolog sind. In allen Teilen enthalten viele Arten scharfe oder übelriechende Substanzen *(Senf, Löffelkraut, Mährrettig — Lepidium ruderale, Diplotaxis muralis)*.

Die Cruciferen bringen reichlich Honig hervor, welcher die Insekten zur Uebertragung des Pollens veranlasst; *Subularia aquatica* hat meist unter dem Wasser verbleibende und dann kleistogame Blüten.

[1]) Das Vorkommen derselben an *Iberis* ist auf 2, auch bei den Laubblättern vorhandene Drüsen zurückzuführen.

97. Familie. Tovariaceae.

Die monotypische Gruppe, welche im wärmsten Südamerika vorkommt, wurde früher zu den Capparidaceae oder den Phytolaccaceae gestellt; *T. pendula* aus Peru ist ein Kraut mit gedreiten Blättern.

98. Familie. Capparidaceae.

Die Blüten sind zwittrig, sehr häufig zygomorph und meist 4zählig. Die Kelchblätter sind frei oder verwachsen, die Blumenblätter fast ausnahmslos frei; der Discus ist ring- oder schuppen-, selten röhrenförmig. Staubblätter finden sich 4 oder 6 bis viele, selten durch Fehlschlag weniger, bisweilen sind sie auf einem Androphor emporgehoben. Der Fruchtknoten wird aus 2 bis vielen Karpiden gebildet, er ist ein- bis vielfächrig, sitzt auf einem Gynophor, und enthält viele gewendete Samenanlagen; die sehr ölreichen Samen umschliessen kein Nährgewebe. — Kräuter oder Sträucher ohne Milchsaft mit einfachen oder gefingerten Blättern; Blüten einzeln oder in Trauben.

Die wichtigsten Gruppen sind folgende: Die *Cleomoideae* sind Kräuter, oft mit drüsiger Bekleidung; ihre Frucht ist schotenartig und die Klappen lösen sich von einem Rahmen (Replum). *Cleome spinosa* ist wie viele andere Arten der Gattung eine in Amerika und Westafrika verbreitete Ruderalpflanze. *Gynandropsis pentaphylla* ist in den wärmeren Klimaten der alten Welt häufig und in Amerika eingeschleppt.

Die *Capparoideae* sind Sträucher mit geschlossenem, unregelmässig aufreissendem Kelche und Beerenfrüchten: *C. spinosa (Kappernstrauch)* ist in der Alten Welt von Südeuropa bis zu den Marianeninseln verbreitet; er wird in Spanien und Italien der Blütenknospen halber kultiviert, die in Essig eingemacht als *Kappern* gegessen werden.

Fossil kennt man eine Frucht aus den tertiären, Gold führenden Schichten von Haddan in Victoria-Australien, *Plesiocapparis priscus,* die hieher gehören dürfte.

Morphologie. Von den Blütenständen gilt das bei den Cruciferen gesagte. Die Blüten sind aber nicht selten einzeln und achselständig, sie werden zuweilen durch wickelartig gestellte, untere Beiknospen bereichert, die durch Dehnung der Achse über dem Deckblatte dem Zweige „angewachsen“ erscheinen. Vorblätter fehlen stets. Der Bau der Blüten ist durchaus mit dem der Cruciferen übereinstimmend. Der Kelch beginnt mit einem medianen Paare, das zweite steht transversal; aus diesem Grunde ergänzt die Theorie im Blütenschema zwei abortierte seitliche Vorblätter. Die Blumenblätter bilden ein schräges Kreuz. Das äusserste Staubblattpaar ist häufig noch deutlich zu erkennen. An Stelle des medianen finden sich mannigfache Abwandlungen, teils Vermehrungen (*Cleome, Polanisia*

graveolens), teils Reduktionen bis zu Staminodien (*Roeperia*); *Dactylaena* hat nur ein vorderes fertiles Staubblatt, die zwei seitlichen und ein hinteres sind staminodial entwickelt. Bei der polyandrischen *Capparis* stehen die zahlreichen Staubblätter in Wirteln. Sehr bemerkenswert ist die Teilnahme der Achse an der Blütenbildung, wodurch die Cyklen der Blüte auseinandergerückt werden, und unter anderem der für die Capparidaceae höchst wichtige Stempelträger entsteht; besonders auffallend sind ferner die Discusbildungen, so erzeugt *Cadaba* eine röhrenförmige Drüse. Die Zygomorphie ist in der Anlage der Blüten begründet, die in den Gattungen mit corymbösen Inflorescenzen im Kelche aufsteigend erfolgt; häufig nehmen ausser den oben erwähnten Reduktionen auch die in der Grösse verschiedenen Blumenblätter daran Teil.

Die Uebertragung des Pollens erfolgt durch Insekten, doch ist bei der oft sehr bedeutenden Grösse der Stempelträger eine Berührung der Narbe mit den Beuteln höher inserierter Blüten nicht ausgeschlossen.

Im anatomischen Baue zeigen die Capparidaceae viele Besonderheiten: Schuppen sind sehr häufig; in den Blättern treten nicht selten reihenweise, kleinere Sklerenchymzellen unter der unteren Epidermis auf, zuweilen finden sich die ganze Blattspreite senkrecht aussteifende Spicularzellen. Abnorme Holzstruktur vom Menispermaceentypus besitzen *Maerua, Cadaba* u. s. w.

99. Familie. Resedaceae.

Die Blüten sind gewöhnlich zwittrig und unregelmässig, die 4—8 Kelchblätter frei oder verwachsen; Blumenblätter sind typisch 5—8 entwickelt, zuweilen sind nur 2 obere vorhanden oder sie fehlen ganz; oft sind sie geschlitzt. Staubblätter sind 3—40 vorhanden, unter ihnen ist ein excentrischer Discus. Die 2—6 Karpiden sind frei oder bilden einen oben offenen, 1fächrigen Fruchtknoten; er ist häufig durch ein Gynophor gehoben. — Kräuter oder Sträucher mit bisweilen geringer Laubentwickelung; die Blätter sind spiralig gestellt, ganz oder häufig geteilt, mit Nebenblättern. Blüten in Trauben, ohne Vorblättchen.

Reseda Luteola (Wau) wurde früher in Deutschland wegen eines gelben Farbstoffes kultiviert; *R. odorata (Resede)* stammt wahrscheinlich aus dem südlichen Mittelmeergebiete und wird wegen der sehr wohlriechenden Blüten allgemein gebaut.

100. Familie. Moringaceae.

Sie sind durch 2häusige Blüten, einen 1fächrigen, aus 3 Fruchtblättern gebildeten Fruchtknoten, schotenähnliche Früchte und unpaarig 2—3fach gefiederte, spiralig gestellte Blätter ausgezeichnet. *Moringa oleifera* stammt aus Ostindien, wird aber überall in tropischen und subtropischen Gebieten wegen der ölreichen Samen und der scharfen Blätter gebaut.

14. Reihe. Sarraceniales.

Blüten cyklisch oder spirocyklisch mit doppelter, zuweilen gleichfarbiger Hülle, strahlig. Fruchtknoten oberständig, aus 3—5 Blättern bestehend mit wand- oder innenwinkelständigen Samenleisten und vielen Samenanlagen. Samen klein, mit Nährgewebe.

101. Familie. Sarraceniaceae.

Das wichtigste Merkmal und der bemerkenswerteste Charakter liegt in den krugartig erweiterten Blättern, die über dem eigentlichen Schlauche einen verschieden gestalteten Deckel tragen.

Die 3 hiehergehörigen Gattungen kommen nur in Amerika vor. *Sarracenia* ist im atlantischen Nordamerika verbreitet; *S. purpurea* wird am häufigsten bei uns in Gärten kultiviert. *Darlingtonia californica* ist auf der Sierra Nevada Kaliforniens heimisch. *Heliamphora nutans,* durch einfache Blütenhülle gekennzeichnet, wächst in Guyana.

Morphologie. Die Schläuche der *Sarracenien* zeigen im Innern 3 verschiedene Ausbildungen der Epidermis; an der oberen Randzone besteht sie aus Zellen, welche sich wie die Ziegel eines Daches überschichten, dann folgt ohne vermittelnden Uebergang eine glänzende, mit kugelförmigen Drüsen dicht besetzte Zone; der Schlauchgrund ist drüsenlos, trägt aber nadelförmige, mit der Spitze nach unten gerichtete Haare. An der Mündung des Schlauches wird Honig abgesondert, die secernierende Fläche setzt sich nach dem Schlauchgrunde fort. Insekten werden durch sie in den Schlauch hineingeführt, können aber vielfach den mit dachziegelartigen Schuppen besetzten Rand nicht wieder passieren. Der Apparat stellt somit eine Insektenfalle dar. Ob die gefangenen Tiere wirklich verzehrt werden, ist noch nicht ausgemacht. Es wird zwar von der Innenfläche der Schläuche eine eigenartige Flüssigkeit abgeschieden, in der aber kein pepsinähnlicher Stoff nachweisbar ist. In den faulenden Tieresleibern entwickelt sich eine Schmeissfliege. Der Deckel von *Darlingtonia* ist helmförmig und läuft in zwei Lappen aus. Durch eine Drehung der Blätter kommt die ursprünglich nach oben gerichtete Oeffnung nach unten zu liegen.

102. Familie. Nepenthaceae.

Hieher gehören nur in den Tropen der Alten Welt und zwar von Madagaskar bis Nordaustralien verbreitete, hoch in die Bäume steigende Sträucher mit spiralig gestellten, ganzen, oft eine Kanne mit Deckel tragenden Blättern und in Trauben gestellten, getrenntgeschlechtlichen, 4gliedrigen Blüten. — *N. distillatoria* von Ceylon war die erste bekannte Art; mehrere werden der schönen, oft reich gefärbten Kannen wegen in Warmhäusern kultiviert; auch Bastarde hat man gezüchtet.

Morphologie. Die Schläuche haben auf der Innenseite eine doppelte Beschaffenheit, man kann einen oberen matten, wachsausscheidenden und einen unteren glänzenden, drüsentragenden Teil der Innenwand unterscheiden, die sich meist scharf gegeneinander absetzen. Der untere erzeugt ein Sekret in der Form einer klaren, wässerigen Flüssigkeit, die ein wenig sauer reagiert. Ihre Fähigkeit, besonders unter Zusatz von etwas Salzsäure, in kurzer Zeit Muskelfleisch, Eiweiss u. s. w. zu lösen, ist sicher konstatiert; das gleiche geschieht mit Insekten, die zufällig oder durch eine nach Hooker am Deckel stattfindende Honigabsonderung angelockt, in den Becher geraten. Ob aber diese durch eine Art von vorbereitender Verdauung erzeugten Säfte von der Pflanze mit Nutzen aufgesaugt werden, steht noch dahin. Die Aggregation des Protoplasmas in den Oberhautzellen, die man als Anzeichen einer Nahrungsaufnahme bei *Dionaea* u. s. w. betrachtet hat, wurde auch hier nachgewiesen. Neuerdings ist die Mitwirkung der Bacterien bei der Verflüssigung festgestellt worden.

103. Familie. Droseraceae.

Die Blüten sind zwittrig, regelmässig, meist 5gliedrig, mit Kelch und Krone. Staubblätter sind 5 bis viele vorhanden. Fruchtblätter finden sich gewöhnlich 3, die einen 1fächerigen, mit wandständigen Samenleisten versehenen Fruchtknoten bilden und meist viele gewendete Samenanlagen umschliessen. Die Früchte sind kapselartig und springen fachspaltig auf. Die Samen sind mit reichlichem, ölhaltigem Nährgewebe versehen. — Kräuter mit häufig am Grunde rosettig gedrängten, spiralig gestellten, drüsigen Blättern und kleinen, wickelig geordneten Blüten.

Bei uns kommen nur 2 Gattungen vor. *Drosera* mit rosettig gestellten, schmalen (*D. longifolia*) oder breit spatelförmigen (*D. rotundifolia*) Blättern, die in der Mitte nicht zusammenklappen; sie wachsen in Sümpfen, mit Vorliebe in *Sphagnum*polstern. *Aldrovanda vesiculosa* ist eine wurzellose, schwimmende Wasserpflanze mit wirtelig gestellten, auf Berührung in der Mitte zusammenklappenden Blättern. Sie ist von Queensland bis Schlesien und Brandenburg zerstreut und scheint noch in der Ausbreitung ihres Gebietes begriffen zu sein. *Dionaea muscipula* ist eine Landpflanze von der Tracht der *Drosera*; die Blätter klappen nach der Berührung von 3 Haaren auf der Oberseite der Spreite zusammen; sie wächst in den Sümpfen des Staates Carolina in Nordamerika (Fig. 140).

Morphologie. Die Droseraceae erhalten sich meist durch Winterknospen, welche durch dicht gedrängt gestellte, an der Spitze eingerollte Blätter gebildet werden. Bis auf das reduzierte Gynaeceum bietet das Diagramm wenig Bemerkenswertes; wenn das Androeceum die typische Zahl überschreitet, so wird das auf Dedoublement, besonders der epipetalen Staubblätter zurückgeführt. Ist der Fruchtknoten 5gliedrig, so wechseln die Karpiden mit den Staubblättern.

Die gestielten Drüsen der *Drosera* und die steifen Borsten auf der Blattfläche von *Dionaea* lösen bei der Berührung eine Bewegung der

Blätter aus. Bei *Drosera* krümmen sich die ersteren (Tentakeln) ein und halten, indem sie ein zähes Sekret absondern, den Körper, welcher den Reiz ausübt, fest. Bei *Dionaea* klappt das Blatt in der Mitte zusammen und schliesst den Körper zwischen die beiden Hälften ein. Hierauf erfolgt in beiden Fällen die Ausscheidung einer sauren, peptonisierenden Flüssigkeit aus den kugelförmigen Digestionsdrüsen. Bei *Drosera* ist die nutzbringende Wirkung der animalischen Nahrung besonders durch die dann viel reichlichere Frucht- und Samenbildung nachgewiesen worden.

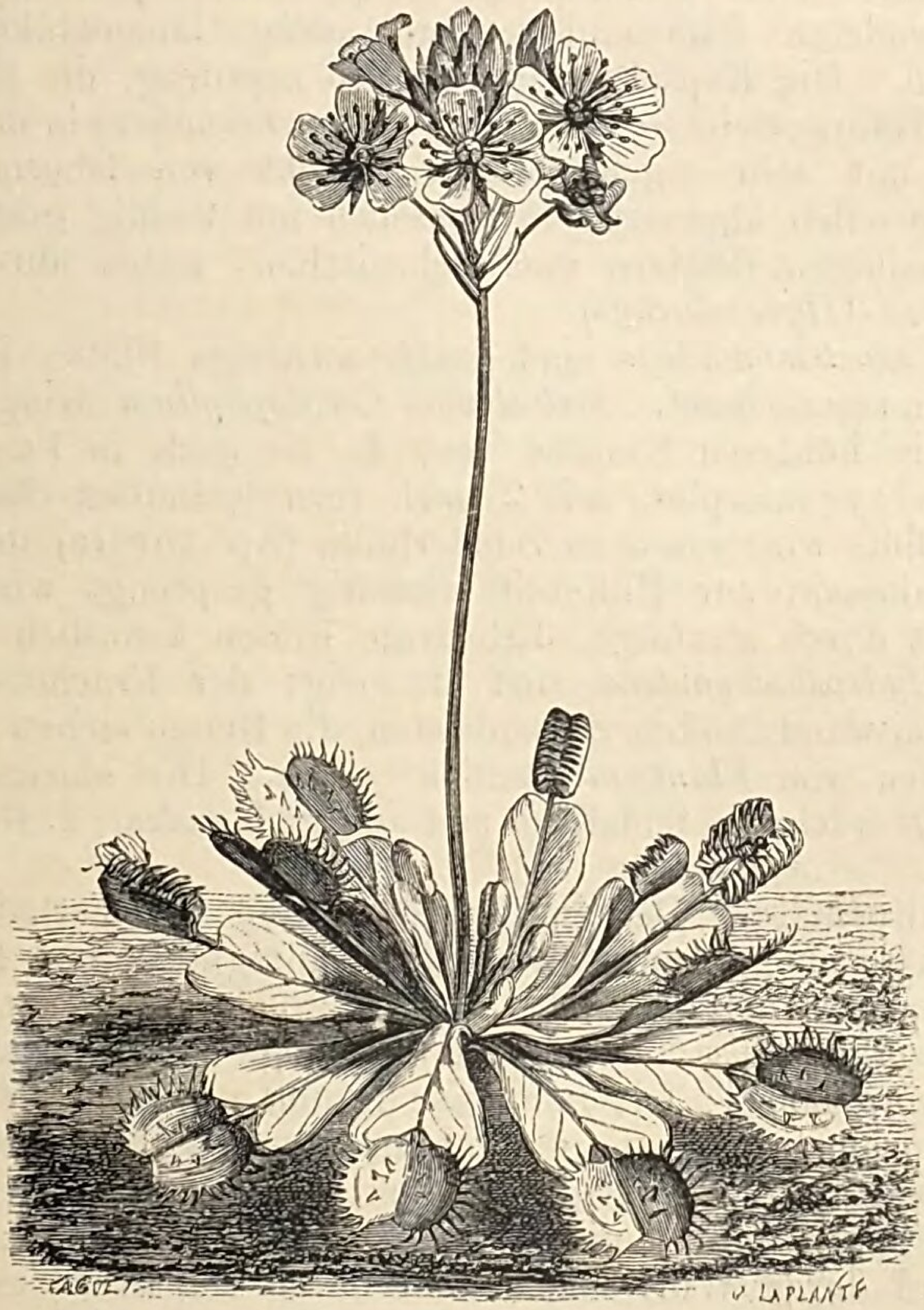


Fig. 140. *Dionaea muscipula* (nach Baillon).

Die Pollenkörner sind zu Tetraden verbunden, ihre Uebertragung geschieht durch Insekten. Die Blüten unserer *Drosera*-arten öffnen sich nur im Sonnenschein, bei trübem Wetter erfolgt sehr ergiebige Selbstbestäubung.

15. Reihe. Rosales.

Blüten cyklisch mit doppelter, in Kelch und Krone geschiedener Hülle, seltener nackt, strahlig oder zygomorph. Fruchtknoten aus

mehreren Blättern zusammengesetzt und verbunden, oder viele und frei, ober- bis unterständig.

104. Familie. Podostemonaceae.

Die Blüten sind gewöhnlich zwittrig, strahlig oder zygomorph mit einfacher, oft reduzierter, 3- oder 5gliedriger, oder aus zahlreicheren Schuppen gebildeter, selten fehlender Blütenhülle. Staubblätter sind 1 bis viele vorhanden und oft am Grunde zu einem Bündel vereint. Der Fruchtknoten ist oberständig, 2- (3- oder 1-)fächrig mit sehr vielen gewendeten Samenanlagen an meist innenwinkelständigen Samenleisten. Die Kapsel ist gewöhnlich septifrag, die Samen enthalten kein Nährgewebe. — Wassergewächse besonders in den Tropengegenden, mit sehr eigentümlicher Tracht von lebermoos- oder flechten-, zuweilen algenartigem Aussehen mit 2zeilig gestellten, am Grunde scheidigen Blättern und dichasischen, selten ährenförmigen Blütenständen (*Hydrostachys*).

Die *Podostemonoideae* sind durch zwittrige Blüten in cymöser Anreihung ausgezeichnet. *Podostemon Ceratophyllum* dringt am weitesten in die kühleren Klimate vor, da sie noch in Pennsylvanien wächst; die zygomorphe, mit 2 nach vorn gestellten Staubblättern versehene Blüte wird von einer Sonderhülle (Spathella) umfasst, die rings geschlossen, zur Blütezeit einseitig gesprengt wird. *Lawia zeylanica* ist durch strahlige, 3gliedrige Blüten kenntlich.

Die *Hydrostachyoideae* sind 2häusig; der Fruchtknoten umschliesst zwei wandständige Samenleisten, die Blüten stehen in Aehren; welche denen von *Plantago* ähnlich sehen. Die einzige Gattung *Hydrostachys* wächst in Südafrika und auf Madagaskar, z. B. *H. verruculosa*.

Morphologie. Der Sprossaufbau und die Verhältnisse der floralen Sphäre sind so ausserordentlich mannigfaltig und fremdartig, dass für eine genauere Einsicht auf Warming's[1]) eingehende Studien verwiesen werden muss. Hier seien nur einige bemerkenswerte Thatsachen hervorgehoben: Die mit einer Haube versehene Wurzel fungiert als Rhizom, indem aus ihr zahllose Sprosse hervortreten. Dicht an das Substrat angeschmiegt und mit ihm verwachsen, wird sie dorsiventral und bringt jene nur an der Oberseite hervor: Die Anheftung wird durch Wurzelharze oder durch Hapteren, exogen entstehende, am Substrat sich abflachende und fingerförmig verzweigende Emergenzen besorgt; sie sind chlorophyllhaltig und assimilieren. Die Sprosse entstehen endogen und mehr oder weniger deutlich dorsiventral, eine Erscheinung, die ebenfalls eine Folge der horizontalen Auflagerung zu sein scheint Die Blattscheide ist dementsprechend nicht selten ungleich entwickelt, sie trägt vielfach ein den intrapetiolaren Nebenblättern homologes Gebilde. Die Blätter sind ganz oder häufiger fiederförmig geteilt. Die Lateralsprosse stehen extraxillär an der zenithsichtigen Seite der Blattscheide; sie werden von einer

[1]) Warming in Danske Videnskabelige Selskabs Skrifter 1881—88.

besonderen Scheide umhüllt. Die Verzweigung ist je nach der Stärke der Seitenstrahlen mono- oder sympodial. Als mechanische Verstärkungsmittel treten Kieselsäurekörper in den Oberhautzellen auf, welche die Pflanzen zuweilen wie mit einem Panzer einhüllen. Als Ausgangspunkt für die Blütenformen wird die durchgehend isomer gebaute *Lawia* angesehen werden können, von der aus die übrigen durch Reduktion und Spaltung abgeleitet werden.

105. Familie. Crassulaceae.

Die Blüten sind zwittrig, selten durch Fehlschlag eingeschlechtlich, strahlig, 5-(3—4—6—30-)zählig und mit doppelter Blütenhülle versehen. Der Kelch ist frei- oder am Grunde verwachsenblättrig, ebenso die Blumenkrone. Die Staubblätter sind in ein oder zwei Quirle geordnet und haben intrors aufspringende Beutel. Die Fruchtblätter sind frei oder seltener mehr oder weniger hoch zu einem gefächerten Fruchtknoten verbunden und häufig am Grunde mit einer Schuppe versehen. Samenanlagen sind gewöhnlich viele an der Bauchnaht befestigt, anatrop. Die Balgfrüchte umschliessen meist viele Samen, die kein oder nur ein sehr stark reduziertes Nährgewebe enthalten. — Kräuter oder Halbsträucher mit dicken, fleischigen, spiral- oder kreuzgegenständig gestellten Blättern ohne Nebenblätter. Blüten gewöhnlich in cymösen Verbänden, die in Wickeln ausgehen.

Sedum, durch 4—5 freie Kelch- und Blumenblätter gekennzeichnet, ist die grösste und bei uns hauptsächlich entwickelte Gattung: *S. Rhodiola* (Fig. 141 *A*) ist getrenntgeschlechtlich und bewohnt die Alpen und deutschen Mittelgebirge. *S. maximum* (*Fette Henne*), mit breiten Blättern und *S. acre* (*Mauerpfeffer*), mit walzigrunden Blättern, sind sehr häufig. Der letztere ist scharf und wird für giftig gehalten.— *Sempervivum* unterscheidet sich durch die höhere Gliederzahl der Cyklen. *S. tectorum* (*Hauswurz*) wird häufig als Zierpflanze kultiviert; viele Arten wachsen in den Alpen. Von der Gattung *Cotyledon* sind mehrere Arten der Gruppe *Echeveria* beliebte Teppich- und Solitärpflanzen, z. B. *C. gibbiflora*, var. *metallica* und *C. secundiflora* aus Mexiko. — *Bryophyllum calycinum*, mit krugförmiger Korolle (Fig. 141 *E*), ist ein Unkraut der Tropen beider Hemisphären; es ist längst deswegen bekannt, dass die Blätter aus den Kerben des Randes neue Pflanzen erzeugen.

Morphologie. Aus den Niederblättern einer unterirdischen Grundachse wird in der Regel eine reiche Bestockung der Pflanzen erzielt. Häufig stehen die Grundblätter rosettig gedrängt. Durch Läufer können die Seitenknospen weit fortgeführt werden, zuweilen werden die letzteren auch aus den Achseln abgestossen (*Sempervivum*); Knospenbildung aus Blattspreiten ist häufig (*Echeveria*, *Bryophyllum* u. s. w.) (Fig. 141 *D*). Die Hauptachse schliesst mit einer Blüte ab, unter der spiralig gestellte, meist dichtgedrängte Blätter Inflorescenzzweige hervorbringen; auf diese Weise entsteht jener doldenförmige Blütenstand, den man Pleiochasium nennt. Die Seitenzweige

können wieder mehrstrahlig werden, verarmen aber endlich und so entstehen zunächst Dichasien, endlich Monochasien und zwar Wickeln vom Borraginaceentypus. Vorblätter sind meist beide entwickelt, das fertile wächst dabei seinem Achselprodukte an. Als Typus der Blüten gilt der obdiplostemone Bau, mit 2 Staubblattkreisen und einem isomeren Fruchtknoten, die Fruchtblätter stehen dabei den Blumenblättern gegenüber. Nur in der weiblichen Blüte von *S. Rhodiola* (Fig. 141 *A*, *B*) sind sie episepal, während in der männlichen Blüte die Karpellrudimente die typische Stellung besitzen. Die Orientierung der Blüte ist die gewöhnliche, das unpaare Kelchblatt ist nach hinten gewendet, nur die Endblüten der Doppelwickeln haben immer die umgekehrte Stellung. Zwischen den Pleiochasien und den Rispen mit Gipfelblüte besteht nur ein gradweiser Unterschied in der Länge der Internodien; die letzteren kommen bei *Cotyledon* vor, wo auch die Gipfelblüte fehlen kann.

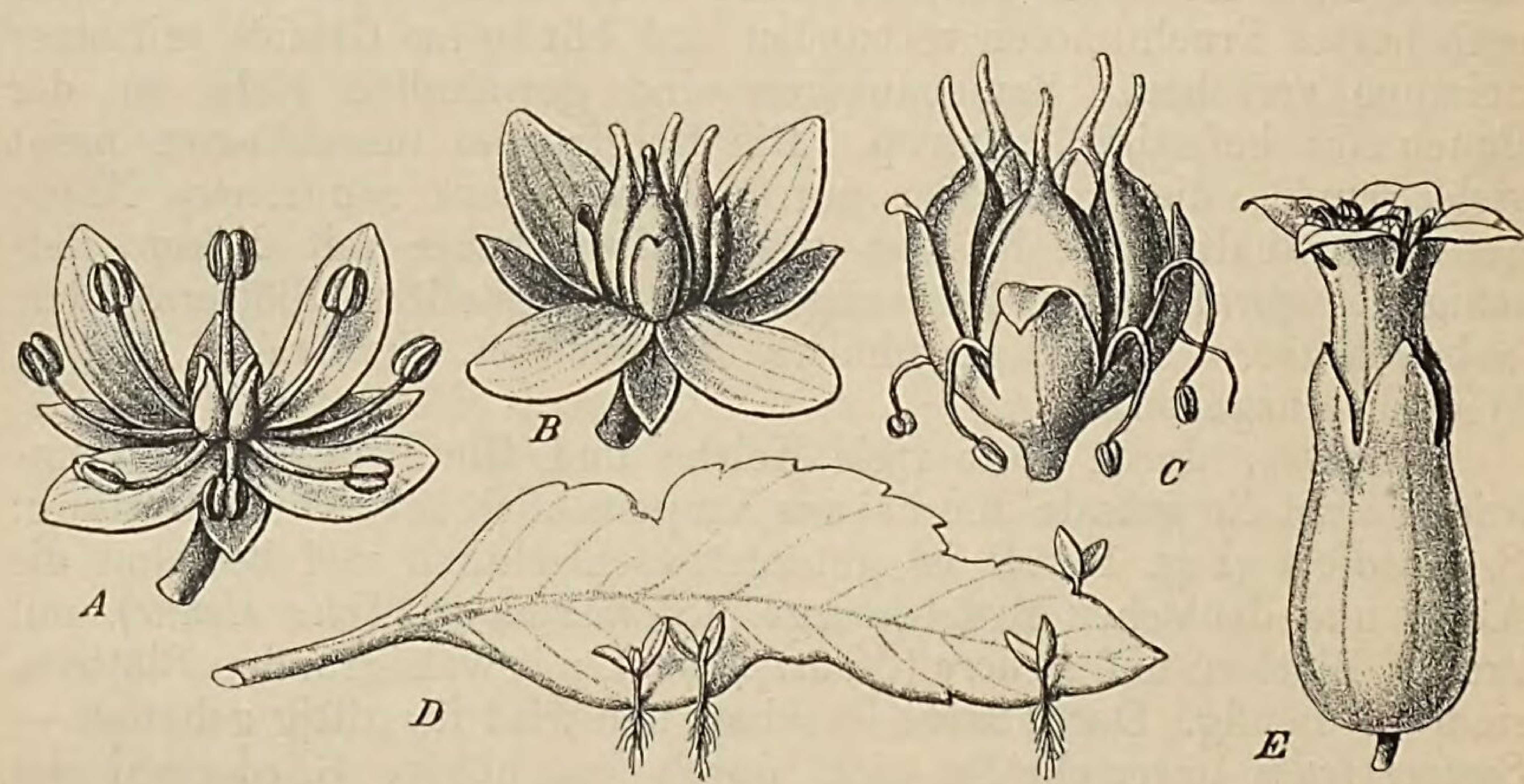


Fig. 141. *A Sedum Rhodiola*, männliche Blüte; *B* dasselbe, weibliche Blüte; *C Sedum acre*, Frucht; *D Bryophyllum calycinum*, Blatt mit jungen Pflänzchen am Rande; *E* dasselbe, Blüte. Original.

In anatomischer Beziehung weisen die Crassulaceen häufig Gerbstoff (auch in Schläuchen der Epidermis), freie organische Säuren und reichliche Mengen oxalsauren Kalkes auf.

Die Uebertragung des Blütenstaubes der gewöhnlich proterandrischen Blüten wird durch Insekten übernommen; den Honig sondern die hypogynen Schüppchen aus.

106. Familie. Cephalotaceae.

Sie enthalten nur den westaustralischen *Cephalotus follicularis*, eine durch die in Kannen umgewandelten, mit einem Deckel versehenen Blätter ausgezeichnete Pflanze. Die Blüten entbehren der Blumenblätter und der hypogynen Schuppen, sind aber im übrigen mit denen der Crassulaceen gleich gebaut.

107. Familie. Saxifragaceae.

Die meist 5zähligen Blüten sind zwittrig, selten durch Fehlschlag getrenntgeschlechtlich, mit doppelter, einfacher oder fehlender Blütenhülle; Staubblätter sind häufig doppelt so viele als Blumenblätter. Der Fruchtknoten ist mehr oder weniger unterständig und aus gewöhnlich 2 Fruchtblättern aufgebaut; Samenanlagen sind sehr viele in mehreren Reihen an der wand- oder scheidewandständigen, geschwollenen Samenleiste angeheftet; sie sind gewendet. Die Frucht ist kapsel- oder beerenartig, die Samen umschliessen ein reichliches Nährgewebe. — Ausdauernde, selten 1jährige Kräuter oder Holzgewächse mit gewöhnlich spiralig stehenden Blättern, zuweilen mit nebenblattartigen Auswüchsen der Scheide. Blüten mässig gross oder klein, in oft reichblütigen, traubigen, endlich cymösen Blütenständen.

Die *Saxifragoideae* sind Kräuter mit spiralig gestellten, nebenblattlosen Blättern und ober- oder unterständigen Fruchtknoten. — Die *Saxifrageae* kennzeichnen sich wieder durch freie Griffel; hieher zählt die grosse, etwa 200 Arten umfassende Gattung *Saxifraga,* die besonders den Hochgebirgen der gemässigten und arktischen Zone angehört, aber auch in den Anden vorkommt. Zu den Arten, welche die weiteste Verbreitung besitzen, gehört *S. oppositifolia* mit violetten Blüten, die auf den Gebirgen des ganzen nördlichen Verbreitungsgebietes gedeiht; kurz nach der Eiszeit kam sie auch noch, wie aus den Funden im Diluvialtorf hervorgeht, in den Ebenen von England und Dänemark vor. *S. granulata* ist eine allgemein verbreitete Wiesenpflanze, *S. tridactylites* ein 1jähriges Ackerkräutchen. *S. umbrosa* und einige Bastarde dieser Art mit verwandten wird häufig als *Porzellanblümchen* in Gärten kultiviert. Durch zungenförmige, am Rande durch Kalkabscheidungen weissknorplige Blätter ist *S. Aizoon* ausgezeichnet. *Chrysosplenium alternifolium* (*Milzkraut*) mit grob gekerbten, gelbgrünen Blättern und gelben Blüten ist ebenfalls circumpolar. — Die *Parnassieae* haben entweder einen einzigen kurzen oder keinen Griffel, die Samenleisten sind wandständig. *P. palustris,* auf Wiesen nicht selten, mit einem einzigen Blatte an den aufrechten Blütenstielen, ist besonders durch die keilförmigen, drüsig gefransten Staminodien bemerkenswert, sie hat die Verbreitung der vorigen.

Die *Hydrangeoideae* sind Sträucher mit gegenständigen Blättern ohne Nebenblätter. — Bei den *Hydrangeeae* sind die äusseren Blüten häufig taub, lebhafter gefärbt und grösser. Hieher gehört *Hydrangea Hortensia* (*Hortensie*), die, in Japan und China heimisch, dort und bei uns vielfach kultiviert wird. — Die *Philadelpheae* haben keine derartigen tauben Blüten. *P. coronarius* (*wilder Jasmin*) mit sehr wohlriechenden, weissen Blüten ist in Osteuropa und Ostasien bis Japan, auch in Norditalien verbreitet; er findet sich häufig in Gärten gepflanzt.

Die *Ribesioideae* haben Beerenfrüchte. *R. Grossularia* (*Stachelbeere*), bestachelt, mit wenigblütigen Trauben und glockigen Blüten, ist bei uns wild und wird in zahllosen grossfrüchtigen Formen kultiviert; ebenfalls glockige Blüten, aber unbewehrte Zweige hat *R. nigrum*; durch flache, schüsselförmige Blüten kennzeichnet sich *R. rubrum* (Fig. 142), die *rote Johannisbeere,* die wohl nur im östlichen Europa,

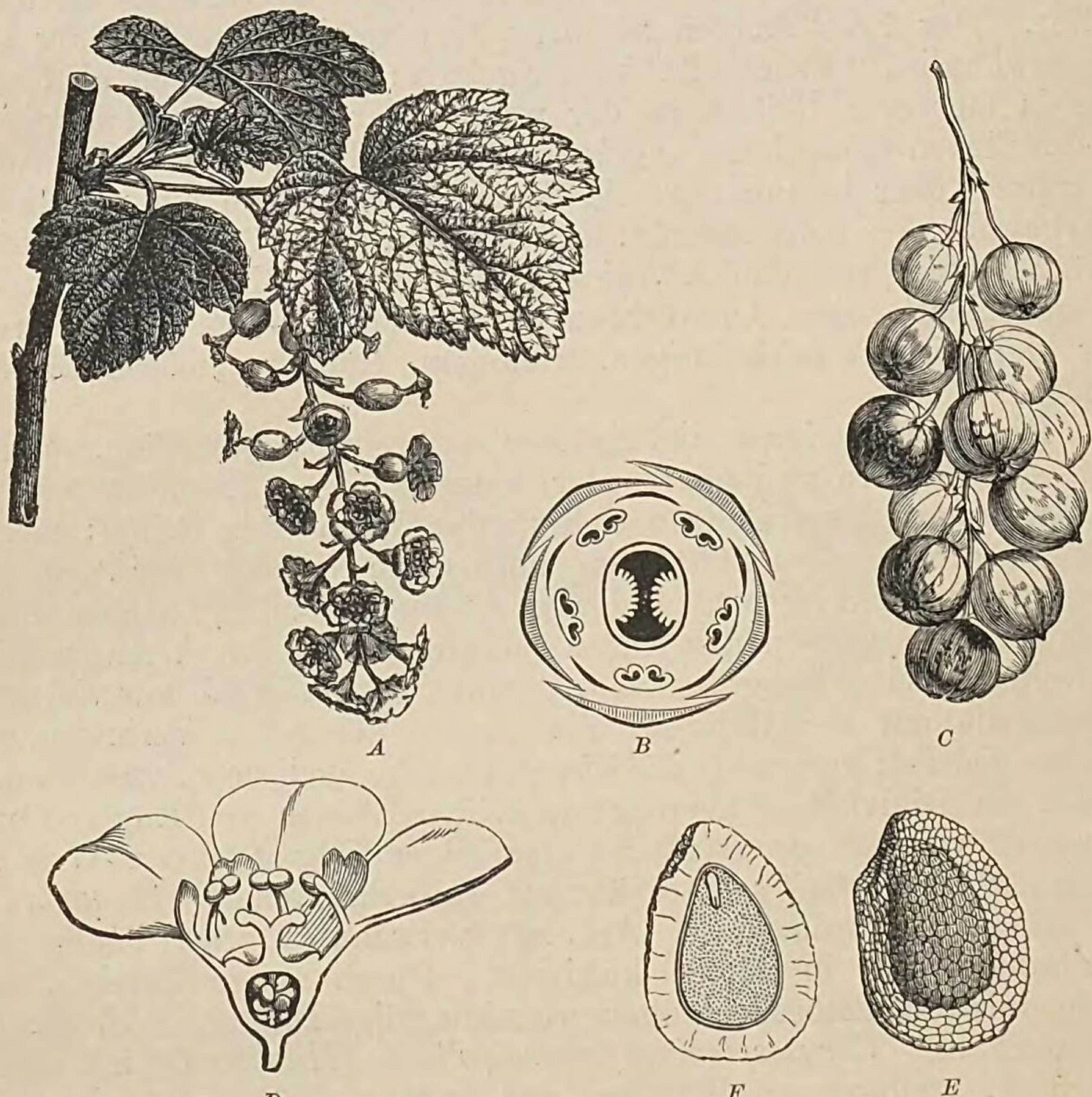


Fig. 142. *Ribes rubrum.* *A* Blühender Zweig; *B* Diagramm; *C* Fruchttraube; *D* Blüte im Längsschnitte; *E* Same; *F* derselbe im Längsschnitte (nach BAILLON).

Asien und in Nordamerika heimisch, bei uns viel gebaut wird. In Parkanlagen findet man *R. sanguineum* mit roten, *R. aureum* mit gelben Blüten, beide aus Nordamerika, häufig gepflanzt.

108. Familie. Cunoniaceae.

Sie unterscheiden sich von den Saxifragaceae durch kreuzgegenständige oder quirlig gestellte, häufig 3zählige oder gefiederte Blätter mit Nebenblättern, und durch meist 2reihige Samenanlagen in den gewöhnlich 2fächrigen Fruchtknoten.

Sie gehören fast ausschliesslich der südlich gemässigten Zone an, der Aequator wird nur von *Weinmannia*, der grössten und weitest verbreiteten Gattung, auf den Antillen, überschritten.

109. Familie. Myrothamnaceae.

Sie haben nackte, 2häusige, 4—8 männige und 3—4 weibige Blüten und zu Tetraden verbundene Pollenkörner. — Kleine oder mässig hohe Sträucher mit gefalteten Blättern und ährenförmigen Blütenständen.

Die einzige Gattung *Myrothamnus* gedeiht nur in Madagaskar und Afrika, *M. flabellifolia* ist eine Gebirgspflanze, die vom Kap bis Zentralafrika verbreitet ist und die weitgehendste Austrocknung erfahren kann, ohne zu Grunde zu gehen.

110. Familie. Pittosporaceae.

Diese in Europa nicht vertretene Familie ist durch pentacyklische, bis auf das oligomere Gynaeceum pentamere Blüten gekennzeichnet; die Samenanlagen sind häufig wandständig. — Bäume und Sträucher mit abwechselnden, lederartigen, nebenblattlosen Blättern und häufig botrytisch verbundenen Blüten. Charakteristisch ist vor allem das Vorkommen schizogener Harzgänge an der Aussenseite des Leptoms.

Pittosporum, durch Kapselfrüchte ausgezeichnet, ist die grösste, nur in der Alten Welt entwickelte Gattung; vielfach wird *P. Tobira* in Gewächshäusern kultiviert.

111. Familie. Hamamelidaceae.

Sie stehen den Saxifragaceae ebenfalls nahe, unterscheiden sich aber hauptsächlich durch die Kapsel, deren Wand sich in ein holzig-lederartiges Exo- und ein knorpliges oder horniges Endokarp spaltet. — Bäume und Sträucher mit meist spiralig gestellten, ganzen oder gelappten Blättern und Nebenblättern. Blüten meist wenig ansehnlich, aber zuweilen zu Inflorescenzen vereinigt, die durch bunte Hochblätter auffallend werden. Wenn Balsamgänge vorhanden sind, so sind sie lysigen entstanden.

Liquidambar styracifluum (Fig. 144) ist ein in Nordamerika weit verbreiteter Baum; er liefert einen weichen Balsam, der wenig gebraucht wird, und sehr festes Holz. Nur wenig verschieden ist *L. orientale* aus Kleinasien, von dem man *Styrax liquida*, die von dem Arzneibuche vorgeschrieben ist, gewinnt. *Hamamelis virginiana* (*Zaubernuss, Witch hazel,* Fig. 143) ist in den Vereinigten Staaten verbreitet und wird bei uns in Parkanlagen kultiviert; die gelben Blüten mit langen Blumenblättern erscheinen meist erst nach Abfall des Laubes im Spätherbst.

F o s s i l war die Gattung *Liquidambar* im Tertiär weit verbreitet, so z. B. findet sich *L. europaeum* in sehr formenreichen Blättern von Grönland bis zum Green-River in den Vereinigten Staaten und bis nach Italien; schon aus der Kreide (Dakota) wird die Gattung ge-

nannt; auch eine an *Hamamelis* erinnernde Blüte wurde aus dem Bernsteine beschrieben (*Hamamelidanthium succineum*).

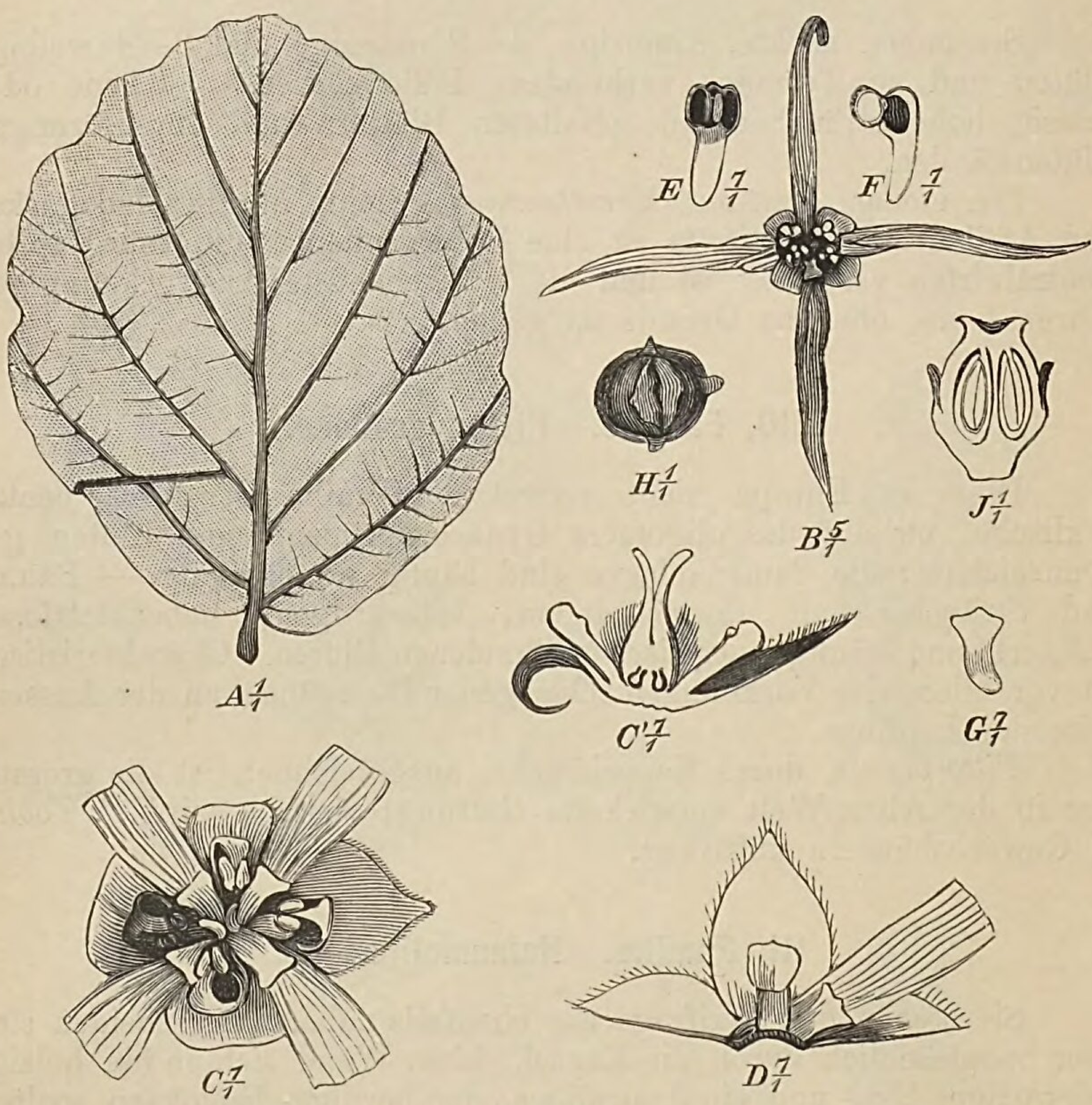


Fig. 143. *Hamamelis virginiana*. *A* Blatt; *B* Blüte von oben gesehen; *C* mittlerer Teil derselben; *C'* Längsschnitt durch dieselbe; *D* halber Kelch mit einem Staubblatte; *E* u. *F* geöffnete Staubblätter von innen und von der Seite gesehen; *G* Staminodium; *H*, *J* Frucht von oben und im Längsschnitte (nach Koehne).

112. Familie. Bruniaceae.

Eine kleine Familie, die ausschliesslich das Kapland bewohnt, und in den Blütenständen äusserlich an gewisse Compositen erinnert; die Blätter sind klein und decken sich dachziegelig, sie haben keine Nebenblätter. Die niedrigen Sträucher haben die Tracht vieler Ericaceae.

113. Familie. Platanaceae.

Die Blüten sind getrenntgeschlechtlich 1häusig, 3—4—(6—8)-zählig mit doppelter Blütenhülle. Die Staubblätter stehen vor den Kelchblättern, die freien Fruchtblätter vor den Blumenblättern; häufig sind Andeutungen des zweiten Geschlechtes vorhanden. Die Samenanlagen sind einzeln, hängend und gerade. Die Einzelfruchtknoten

werden zu Nüsschen, welche sich durch gegenseitigen Druck abkanten. Die Samen umschliessen ein geringes Nährgewebe. — Bäume mit spiralig gestellten, gestielten, 3—5lappigen Blättern mit



Fig. 144. *Liquidambar styraciflunm.* *A* Blatt; *B* männlicher Blütenstand; *C* Teil desselben, stark vergrössert, im Längsschnitte; *D* Staubblatt; *E* Fruchtköpfchen (nach KOEHNE).

Nebenblättern. Blüten in kugeligen Köpfchen, die an einer hängenden Achse sitzend befestigt sind.

Die einzige Gattung *Platanus* umfasst 2 Formenkreise, die auch als Arten angesehen werden können: *P. occidentalis* (Fig. 145)



Fig. 145. *Platanus occidentalis.* *A* Blatt. — *P. orientalis.* *B* Kelch, aufgeschnitten und ausgebreitet; *C* weibliche Blüte von unten gesehen, der Kelch entfernt; *D* dieselbe von oben gesehen: *b* Blumenblätter, *s* Staminodien, *f* Fruchtknoten; *E* Staubblätter von innen, der Seite und aussen; *F* Fruchtstand; *G* derselbe im Längsschnitte; *H* Frucht (nach KOEHNE).

aus Amerika wird bei uns vorzugsweise kultiviert, da sie unser Klima verträgt; sie hat 5 Blattlappen; *P. orientalis* mit 3 Blattlappen stammt aus dem Mittelmeergebiete. Die ziemlich grossen Quirlhaare, welche die jungen Triebe bedecken und bei der Entwickelung abfallen, erzeugen Reizungen in den Schleimhäuten der Augen und der Respirationsorgane.

Fossil werden die *Platanus*blätter bereits aus der Kreide (Dakotagruppe) von Nordamerika und Böhmen genannt (*P. primaeva*, *P. Heeri*); im Miocän hat *P. aceroides* eine weite Verbreitung durch die ganze nördlich gemässigte und kalte Zone; von ihr sind auch Früchte und Fruchtstände bekannt.

Morphologie. Da die Reste des zweiten Geschlechtes in den Blüten wenigstens häufig nachweisbar sind, so stellt das Diagramm eine regelmässige Folge alternierender Quirle dar. Die Platanaceae sind windblütig, ihre Narben haben eine ziemlich beträchtliche Länge.

114. Familie. Rosaceae.

Die Blüten sind gewöhnlich zwittrig, selten durch Fehlschlag eingeschlechtlich mit meist strahliger, doppelter Blütenhülle, sie sind 4—5- (selten 3—8-)gliedrig. Die Blütenachse ist schüssel- oder krugförmig vertieft und zwischen Staub- und Fruchtblättern nicht selten mit einem verdickten Ringe (Discus) versehen. Die Blumenblätter sitzen meist mit sehr kleinem Nagel an. Die meist sehr zahlreichen Staubblätter sind gewöhnlich am Rande der vertieften Blütenachse, von den Fruchtblättern entfernt (perigynisch) angeheftet und in der Knospe einwärts gebogen. Fruchtblätter sind einzelne bis sehr viele vorhanden, meist frei, 1fächrig und schliessen 2 hängende oder aufsteigende, gewendete Samenanlagen ein. Die Griffel sind end- oder seitenständig. Die Früchte sind meist nüsschenartig, werden aber durch Beteiligung der Achse an der Fruchtbildung zu mannigfachen Scheinfrüchten verbunden. Die Samen enthalten ein spärliches oder gar kein Nährgewebe. Laubwechselnde oder immergrüne Bäume, Sträucher oder Kräuter mit spiralig gestellten, einfachen oder zusammengesetzten Blättern und deutlichen, oft angewachsenen Nebenblättern. Blüten endständig, einzeln oder zahlreich zu botrytischen Inflorescenzen verbunden.

Die *Spiraeoideae* haben auf der flachen Blütenachse aufgestellte Fruchtblätter; ihre Früchte springen kapselartig auf. Die Gruppe steht durch die beiden, einander ausserordentlich ähnlichen Gattungen *Aruncus* und *Astilbe* mit den Saxifragaceae in unmittelbarer Berührung. Von *Spiraea* werden in den Parkanlagen viele Arten gepflanzt, z. B. die zierliche *Sp. hypericifolia*, die in Osteuropa, aber auch noch in Krain wild wächst. *S. salicifolia* mit weissen und rosaroten Blüten ist in Amerika und Nordasien sehr häufig, bei uns wird sie überall kultiviert und verwildert nicht selten. *Aruncus silvester* mit prächtigen, grossen, weissen Blütenständen, ist eine Zierde der mittleren Bergregion der ganzen nördlich gemässigten Zone.

Quillaja saponaria (Fig. 146) mit tief 5lappigem Discus aus Chile; die Rinde wird zum Waschen gebraucht und auch gegenwärtig von dem Arzneibuche vorgeschrieben.

Die *Pomoideae* sind ausgezeichnet durch eine kreiselförmig vertiefte Blütenachse, mit der die Fruchtblätter mehr oder weniger innig verwachsen sind; auch unter einander weisen diese eine mehr oder minder weitgehende Verschmelzung auf; bei der Fruchtbildung wird diese Achse fleischig. Sie zerfallen in 2 Gruppen: die *Crataegeae* mit zu



Fig. 146. *Quillaja saponaria.* Blüten- und fruchttragender Zweig (nach Baillon).

Steinen umgebildeten Fruchtblättern (Fig. 147 *G*) umschliessen die Gattung *Crataegus* mit nur teilweise verwachsenen und *Mespilus* mit vollkommen verschmolzenen Fruchtblättern. *C. Oxyacantha* (*Weissdorn*, *Mehlbeere*) ist eine beliebte Heckenpflanze und wird in der rotblühenden Form (*Rotdorn*) häufig als Zierbaum gezogen; auch ausländische Arten werden häufig kultiviert, z. B. *C. Douglasii* (Fig. 147); die Früchte der *Mispel*, *Mespilus germanica,* werden in teigiger Ueberreife genossen. Die *Sorbeae* haben keine Steine. *Sorbus* ist durch gefiederte Blätter gekennzeichnet. *S. Aucuparia, Eberesche,* mit roten Früchten ist einer der am weitesten in den Gebirgen und nach den Polen zu aufsteigenden Bäume. *Pirus* hat einfache Blätter, freie Griffel, die von einem Discus eingeschnürt werden, und Früchte mit Steinzellen. *P. communis*, die *Birne,* ist in ihren zahllosen

Kulturformen jedenfalls aus der Kreuzung mehrerer Stammarten hervorgegangen, von denen die bei uns häufig wilde *P. Achras* (*Holzbirne*) die Grundlage bildete. *Cydonia* ist vor den Verwandten durch zahlreiche Samenanlagen ausgezeichnet: *C. vulgaris*, die *Quitte*, stammt wahrscheinlich aus dem Oriente, wird aber jetzt der Früchte und des Schleimes wegen, den die Samenschale abgiebt, häufig kultiviert. *Malus* ist durch steinlose Früchte, verwachsene Griffel, die von einem

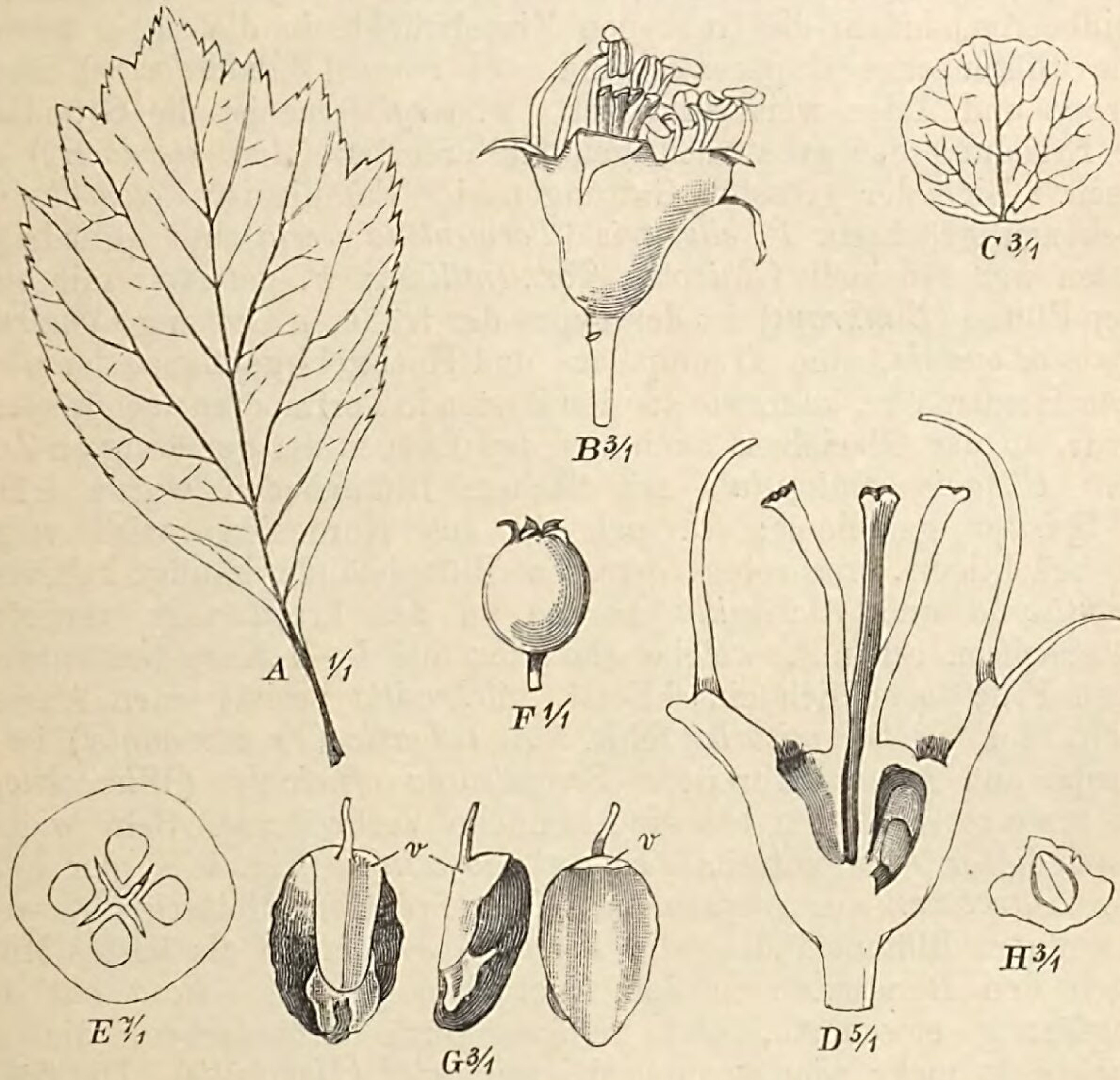


Fig. 147. *Crataegus Douglasii.* *A* Blatt; *B* Blüte nach Abfall der Blumenblätter; *C* Blumenblatt; *D* Blüte im Längsschnitte; *E* Fruchtknoten im Querschnitte; *F* Frucht; *G* Stein; *H* derselbe im Querschnitte (nach Koehne).

Discus nicht umgeben werden, gekennzeichnet. *M. communis*, der *Apfel*, ist in den heutigen Kultursorten zweifellos ebenfalls ein Kreuzungsprodukt mehrerer Arten, an der aber der in Deutschland nicht selten vorkommende *Holzapfel M. acerba* am wenigsten beteiligt gewesen sein mag. *Chaenomeles* unterscheidet sich von *Malus* durch viele Samenanlagen in jedem Fache: *C. japonica* (*Feuer-* oder *japanische Quitte*) wird vielfach kultiviert und ist im ersten Frühjahr durch die schön roten Blüten auffällig. Die *Rosoideae* haben einen gewölbten oder krugförmig vertieften Blütenboden, der mit einzelnen Fruchtknoten besetzt ist. *Rubus* hat fleischige Steinfrüchtchen, die zu einer Sammelbeere verbunden sind; der Fruchtknoten enthält 2 Samenanlagen; von der unendlich formen- und bastardreichen

Gattung wird *R. idaeus* (die *Himbeere*) kultiviert, der Saft der Früchte mit Zucker eingekocht (*Syrupus Rubi idaei*) ist offizinell. *R. caesius* und die zahlreichen Arten, die früher als *R. fruticosus* zusammengefasst wurden, liefern in ihren Beeren sehr geschätztes Obst, am meisten werden aber die von *R. arcticus* gerühmt, der wie *R. Chamaemorus* (*Moltebeere*) circumpolar wächst; die letztere geht noch südlich bis ins Riesengebirge und ist als Relikt der Glacialflora in der nordosteuropäischen Tiefebene verbreitet. *Fragaria* hat fleischige Steinbeeren, indem die trockenen Einzelfrüchte in die saftig gewordene Blütenachse eingesenkt sind. *F. vesca* (*Walderdbeere*) ist in Europa und Asien weit verbreitet. *F. virginiana* ist die Grundlage zur Erzielung der grossfrüchtigen Kultursorten (*Ananaserdbeere*) gewesen. Eine der grössten Gattungen der Familie ist *Potentilla* mit trockenen Früchten, *P. silvestris* (*Tormentilla erecta*) mit 4gliedrigen Blüten war offizinell (*Rhizoma Tormentillae*); *P. palustris* mit blutroten Blüten (*Blutkraut*) ist der Typus der früheren Gattung *Comarum*. *Dryas octopetala*, eine circumpolare und Hochgebirgspflanze der nördlichen Hemisphäre, kam, wie aus den Resten in Torfmooren nachgewiesen wurde, in der Glacialzeit auch auf den Ebenen der gemässigten Zone vor. *Ulmaria pentapetala* mit flachem Blütenboden wurde früher zu *Spiraea* gerechnet; *U. palmata* aus Nordasien, wird wegen der prächtigen, rosaroten, grossen Blütenstände häufig kultiviert. *Sanguisorba* und *Alchemilla* werden an den krugförmig vertieften Blütenachsen erkannt, welche die ganz aus 1—2 Karpiden entstandenen Früchte endlich einschliesst, *Alchemilla* besitzt einen Aussenkelch, der bei *Sanguisorba* fehlt. *A. vulgaris* (*Frauenmantel*) ist in Europa und Asien verbreitet. *Sanguisorba officinalis* (*Wiesenknopf*) mit braunroten Blüten hat eine ähnliche Verbreitung. Sehr wichtig ist aus dieser Verwandtschaft *Hagenia abyssinica* (Fig. 148), der *Koso-* oder *Kussobaum* aus Abyssinien mit gefiederten Blättern und weitschweifigen Blütenständen; die *Flores Koso* werden als bestes Mittel gegen den Bandwurm in den Apotheken geführt. *Rosa* hat eine krugförmig erweiterte, oben eingeschnürte Blütenachse, die zur Fruchtreife mehr oder weniger fleischig wird (*Hagebutte*). Die früher wenig zahlreichen Arten sind in neuerer Zeit vielfach gespalten worden, so dass die Kenntnis der *Rosen* wie die der *Brombeeren* und *Habichtskräuter* schon jetzt ein eigenes Studium ausmacht. Bei uns ist am häufigsten *R. canina*, die *Hundsrose*, die in der nördlich gemässigten Zone vielleicht bis Mexiko heimisch ist; sie liefert die wichtigsten Grundlagen für die Rosenveredelungen. Zerstreut ist *R. rubiginosa*, die als *Sweet briar* gegenwärtig viel aus England zu Hecken eingeführt wird, mit starkem Weingeruche des Laubes; die Blüten gewisser halbgefüllter Formen der *Rosa gallica* geben an dem Südabhange des Balkans das beste *Rosenöl;* auch die *Centifolie*, die so viel in Gärten kultiviert wird, gehört in diese Verwandtschaft. Gegenwärtig werden aber jene zahllosen Mischlinge in der Kultur bevorzugt, die teilweise in Europa, teilweise in Ostasien, hier unter Mitwirkung der dauernd blühenden *R. indica* und durch gegenseitige Kreuzung mit der *Centifolie* entstanden sind; viele der letzteren blühen

wiederholt oder zweimal im Jahre (*Remontanten, Monatsrosen, Theerosen, Moosrosen*). Die *Kletterrosen* stammen hauptsächlich von *R. Banksiae* aus dem südlichen China.



Fig. 148. *Hagenia abyssinica.* *A* Blühender Zweig; *B* Knospe der männlichen Blüte; *C* männliche Blüte geöffnet; *D* weibliche Blüte von oben; *E* Längsschnitt durch dieselbe (nach Luerssen).

Die *Prunoideae* haben einzelne Fruchtknoten mit spitzenständigen Griffeln, strahlige Blüten und Steinfrüchte. *Prunus* zerfällt in mehrere Untergattungen, von denen *Padus* durch langtraubige Blütenstände gekennzeichnet wird. *P. Padus* (*Ahlkirsche*) mit abfälligem Laube ist bei uns häufig; *P. Laurocerasus* aus den Mittelmeerländern mit immergrünem Laube war früher wegen des *Kirschlorbeerwassers* offizinell. Die Untergattung *Prunophora* hat gerollte Knospenlage der Blätter; hieher gehört *P. domestica L.*, die *Pflaume*, mit blauen, bereiften Früchten, für die unteren Donauländer die wichtigste Frucht, auch überall in Deutschland gebaut; die *Krichel* (*P. insititia*) ist wahrscheinlich die einzige in Europa wilde, übrigens minderwertige Pflaume. *P. spinosa*, die *Schlehe*, mit kleinen, herben Früchten ist eine weitverbreitete Heckenpflanze; *P. armeniaca* (*Aprikose*) ist für südlichere Länder sehr wichtig, sie hat samtartig behaarte, gelbe Früchte. An der gefalteten Knospenlage der Blätter und den gelöcherten Steinen wird die Untergattung *Amygdalus* erkannt. *P. Amygdalus*, Mandel, in einer Form mit bitter und einer mit süss schmeckenden Samen hat trockene Früchte, die erstere ist offizinell und liefert die *Aqua amygdalarum amararum*, beide geben übrigens ein gutes fettes Oel; mit der *Mandel* ist der *Pfirsisch* (*R. persica*) durch Uebergänge verbunden, der in den kultivierten Formen saftige, äusserst wohlschmeckende Früchte besitzt; die Untergattung *Cerasus* mit glatten Steinen umschliesst die *saure Kirsche P. Cerasus* und die *süsse P. avium*; diese hat weichere, unterseits behaarte, jene kahle, härtere Blätter. Beider Früchte werden roh und eingemacht gegessen, der Saft wird ausgepresst, auch werden sie vergoren (*Kirschwasser*); *P. Mahaleb*, im südlicheren Europa, aber auch schon im wärmeren Deutschland, liefert das *Weichselholz*; *P. triloba* aus Japan in Gärten.

Die *Chrysobalanoideae* haben grundständige Griffel und häufig zygomorphe Blüten, an deren vertiefter Achse der Fruchtknoten oft seitlich angeheftet ist. Sie bewohnen die Tropen, besonders von Amerika. *Hirtella Guainiae* besitzt am Grunde des Blattes eigentümliche Blasen, die von Ameisen bewohnt werden. *Chrysobalanus Icaco* liefert eine pflaumenartige Frucht.

Fossil hat man die Steinkerne von mandelartigen Pflanzen gefunden. *Prunus pereger* steht der *P. nana* nahe; andere (*P. persicoides*) gehen an die gewöhnliche *Mandel* heran; sie stammen aus dem Tertiär; auch vielfach sind Blätter für *Prunus*reste gehalten worden.

Morphologie. Die Stellung der Blüten zur Achse ist die für die Dikotyledonen gewöhnliche, d. h. das zweite Kelchblatt steht median hinten. Der häufig vorkommende Aussenkelch wird theoretisch als durch Verwachsung von Stipelpaaren gedeutet, seine Elemente wechseln mit den Kelchblättern. Die Staubblätter stehen häufig so geordnet, dass ein äusserer Kreis aus 10, paarig den Kelchblättern gegenüberstehend, beginnt, dann folgt ein zweiter innerer, 5- oder ebenfalls 10gliedriger vor den Blumenblättern, dem ein dritter, vielleicht auch noch ein vierter abwechselnd folgen kann; bei hochgradig zusammengesetzten Androeceen stehen die Elemente ohne erkennbare

Ordnung; Verminderung auf 10 Staubblätter in 2 regelmässig alternierenden Fünferwirteln sind nicht selten. Die Glieder der innersten Quirle sind zuweilen staminodial (*Spiraea*). Bei den seltenen 5zähligen Androeceen und bei den 5zähligen Gynaeceen stehen die Karpelle bald vor den Kelch-, bald vor den Blumenblättern, bei hochzähligen aber spiralig; Reduktion bis auf 1 Fruchtblatt kommt nicht selten vor (*Prunus*, *Alchemilla* u. s. w.). Die verschiedenen Formen der Blütenachse werden durch Umwallung der Mitte erzeugt.

Die Bestäubung wird durch Insekten vollzogen; die *Sanguisorbeae* aber sind Windblütler, die keinen Honig absondern, keine auffallend gefärbten Blumenblätter, aber lange Pinselnarben besitzen.

115. Familie. Connaraceae.

Diese fast ganz ausschliesslich den Tropen eigene Gruppe steht den Leguminosen am nächsten, unterscheidet sich aber durch das Fehlen der Stipeln an den gefiederten Blättern und durch die Ausbildung von gewöhnlich mehr als 2 Karpellen. Anatomisch sind sie durch das häufige Vorhandensein von lysigenen Harzdrüsen in den Blumenblättern und Blättern gekennzeichnet. Sie finden sich in beiden Hemisphären.

116. Familie. Leguminosae.

Die meist 5gliedrigen Blüten sind zygomorph, seltener strahlig, und zwittrig mit doppelter Blütenhülle. Die Kelchblätter sind selten frei, gewöhnlich mehr oder minder verwachsen mit dachziegeliger oder bei den strahligen Blüten klappiger Knospenlage. Die Blumenblätter sind frei, bei den zygomorphen steht das unpaare (Fahne) dorsal, die beiden seitlichen (Flügel) häufig übergreifend und diese decken oft wieder die beiden vorderen, die meist verbunden sind (Kiel, Schiffchen). Die Staubblätter sind sehr verschieden an Zahl, häufig 10, davon 5 vor den Kelch-, 5 vor den Blumenblättern, entweder sind sie frei und dann häufig perigyn, der vertieften Blütenachse angeheftet, oder verbunden und hypogyn inseriert, meist ist dann ein einziges dorsales frei. Der Fruchtknoten ist gewöhnlich in der Einzahl vorhanden, er ist fast stets oberständig, 1fächrig mit zahlreichen gewendeten, an der Naht, die nach hinten gekehrt ist, angehefteten Samenanlagen. Die Frucht ist eine Hülse, die meist 2klappig aufspringt; die Samen umschliessen gewöhnlich kein Nährgewebe. — Einjährige, ausdauernde Kräuter, Sträucher oder hohe Bäume mit abwechselnden, gefiederten Blättern und Nebenblättern; Blüten selten einzeln, seitenständig, gewöhnlich in botrytischen Inflorescenzen.

Die Unterfamilie der *Mimosoideae* hat strahlige Blüten mit klappig deckenden Blumenblättern; die Pollenkörner sind häufig zu Packeten vereinigt. — Die *Acacieae* haben viele Staubblätter. Die Gattung *Acacia* umfasst über 450 Arten, die über die tropischen und die subtropischen Zonen verbreitet sind, besonders zahlreich aber

in Afrika und Australien gedeihen. Bei einer grossen Gruppe sind die Blattspreiten reduziert, dafür aber die Spindeln verbreitert (Phyllodien); viele Arten in Australien und auf den polynesischen

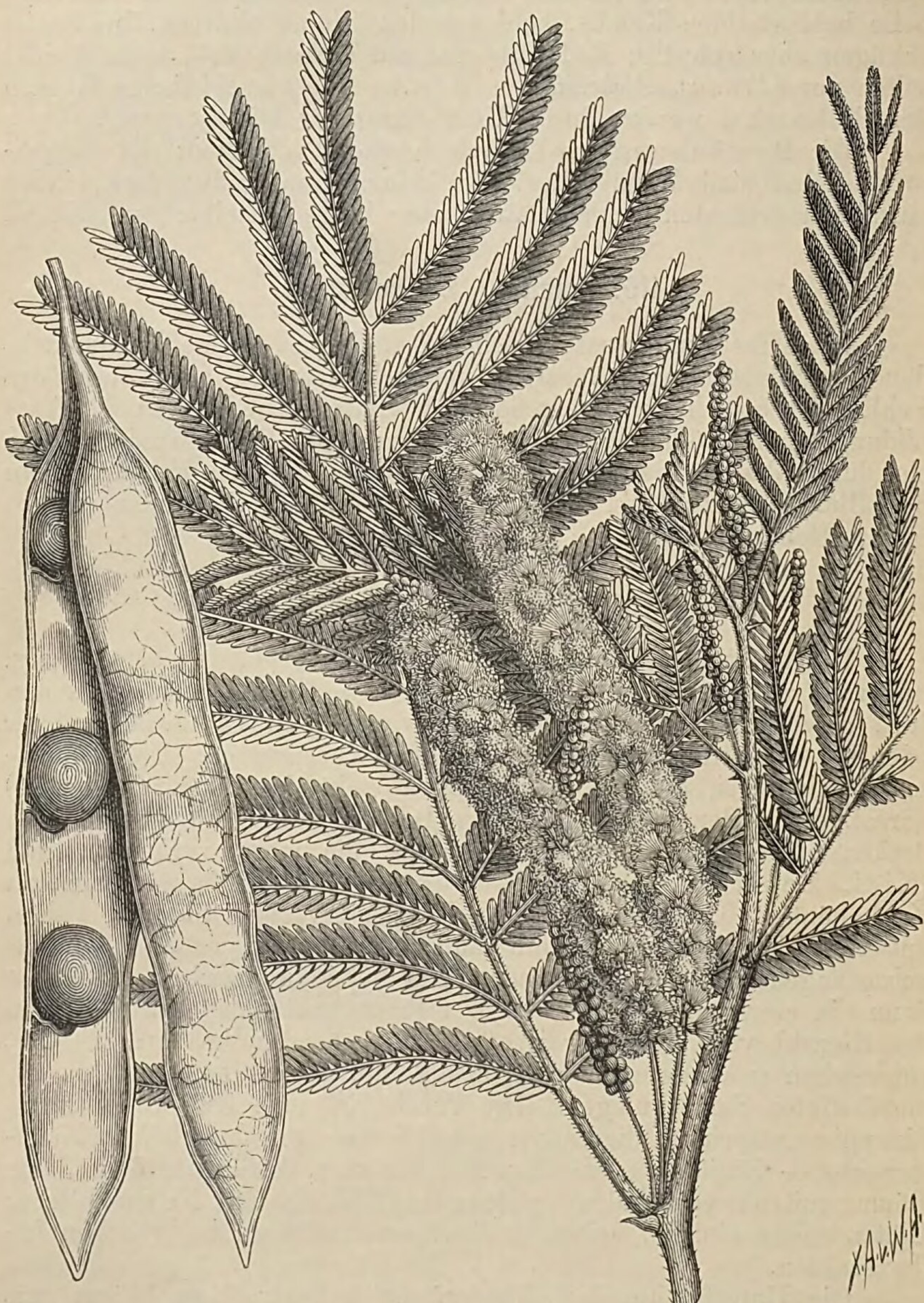


Fig. 149. *Acacia Catechu.* Blühender Zweig und Hülse (nach LUERSSEN).

Inseln liefern festes und dauerhaftes Nutzholz (z. B. *A. Melanoxylon*); andere geben gerbstoffreiche Rinden (*A. pycnantha*). Die Gummi

liefernden Akazien Afrikas haben sämtlich doppelt gefiederte Blätter. Die wichtigsten Arten sind *A. Senegal*, die besonders in Nordwestafrika wächst, und *A. Seyal*, die das beste afrikanische Gummi gibt; *A. Catechu* (Fig. 144), in Ostindien, namentlich in Birma zu Hause, liefert *Catechu*. Die Gattung *Mimosa*, durch 4—10 Staubgefässe gekennzeichnet, ist hauptsächlich in Amerika entwickelt, kommt aber auch in den Tropen der Alten Welt vor: *M. pudica* ist durch ihre sehr empfindliche Reizbarkeit der Blätter bemerkenswert; sie wächst als Unkraut in beiden Hemisphären.



Fig. 150. *Cassia obovata.* Blühender und fruchtender Zweig (nach BAILLON).

Die Unterfamilie der *Caesalpinoideae* hat zygomorphe Blüten, die Deckung der Blumenkrone ist aufsteigend dachig. *Erythrophloeum guineense* ist ein im tropischen Westafrika verbreiteter Baum, dessen Rinde, *Kassa* genannt, ausserordentlich giftig ist. Die Gattung *Copaifera* liefert in mehreren Arten, z. B. in *C. officinalis* aus dem nördlichen Südamerika und *C. Langsdorffii* aus Brasilien den *Copaibabalsam*. Afrikanische Arten der Gattung *Trachylobium* geben den zum Teil subfossil in der Erde vorkommenden *Copal; Hymenaea Courbaril* liefert die amerikanischen Sorten desselben Harzes. *Tamarindus indica*, ein grosser Baum, der wahrscheinlich in Centralafrika heimisch ist, aber auch in den übrigen tropischen Gegenden häufig

kultiviert wird, besitzt Hülsen, die ein saures Muss, die offizinelle *Pulpa Tamarindorum*, umschliesst. Die Gattung *Cassia* ist durch teilweise Verkümmerung der Staubblätter ausgezeichnet [siehe *C. obovata* (Fig. 150)]; mehrere Arten der Gattung geben die unter dem Namen *Folia Sennae* geschätzte Blattdroge: *C. acutifolia* liefert die *Folia Sennae Alexandrinae*, *C. angustifolia*, in Ostafrika und Arabien wild, wird in Indien vielfach kultiviert, von ihr gewinnt man die *Folia Sennae Tinnevelly*. *C. Fistula* aus Ostindien hat langcylindrische, mit süssem Marke gefüllte Hülsen, die ehedem offizinell waren. Die Früchte von *Ceratonia Siliqua*, ein ursprünglich in Arabien heimischer, aber in den Tropen und selbst noch in Südeuropa vielfach kultivierter Baum, sind unter dem Namen *Johannesbrot* bekannt. *Krameria triandra* aus Peru und Bolivia, gibt die *Radix Ratanhae*. Von *Caesalpinia echinata* wird das *Fernambuk-* oder *Rotholz*, von *Haematoxylon campecheanum* das *Campeche-* oder *Blauholz* gewonnen. Mehrere Arten von *Gleditschia*, z. B. *G. triacanthos* aus Nordamerika, mit grossen, oft verzweigten Stipulardornen werden bei uns vielfach kultiviert.

Die Unterfamilie der *Papilionatae* hat ebenfalls stark zygomorphe Blüten, deren Blumenblätter aber absteigend dachige Deckung besitzen. — Zu den *Sophoreae* mit freien Staubblättern gehören *Toluifera Balsamum* (Myroxylon toluifera) aus dem nördlichen Südamerika, welche den *Tolubalsam* und *T. Pereirae* aus Zentralamerika (besonders von der Balsamküste in S. Salvador), welche den *Perubalsam* liefert; beide Pflanzen sind nur wenig verschieden und werden zuweilen als Varietäten derselben Art betrachtet. Die *Genisteae* besitzen völlig verbundene Staubblätter: *Lupinus luteus* aus dem Mittelmeergebiete wird als Futterpflanze und zur Gründüngung gebaut; *Laburnum vulgare*, der *Goldregen*, hat sehr giftige Samen. *Ulex europaeus* (Fig. 151), ein dorniger Halbstrauch der atlantischen Flora, dringt mit anderen Vertretern derselben bis nach der Mark Brandenburg vor; er wird neuerdings gequetscht als Viehfutter empfohlen. Die *Trifolieae* haben zweibündlige Staubblätter (9 verbunden und 1 frei) und meist gedreite, gezähnelte Blätter: *Trigonella Foenum graecum* liefert die von dem Arzneibuche vorgeschriebene *Semina Foeni graeci*, die ganze Pflanze hat einen eigentümlichen, starken Geruch nach „Kräuterkäse", der damit gewürzt wird. *Medicago sativa* wird unter dem Namen *Luzerne* häufig als Futterpflanze gebaut; noch wichtiger sind für uns die Kleearten *Trifolium pratense*, der *rote*, *T. repens*, der *weisse* und *T. incarnatum*, der *Inkarnatklee*, die auch als Honigblumen von grosser Bedeutung sind. *Melilotus officinalis*, der *Honigklee*, gibt die offizinelle *Herba Meliloti*. — Die *Loteae* unterscheiden sich von der vorigen Gruppe durch ganzrandige Blätter: *Anthyllis Vulneraria*, der *Wundklee*, wird neuerdings ebenfalls als Futterkraut geschätzt. *Lotus corniculatus*, der *Hornklee*, ist ein guter Bestandteil des Wiesenheues. — Die *Galegeae* haben gefiederte Blätter und zweibündlige Staubblätter. Zu der sehr grossen Gattung *Indigofera* (mit 250 Arten) gehört die *Indigopflanze*, *I. tinctoria*, welche besonders in Indien häufig kultiviert wird; *Robinia Pseudacacia* aus

den Vereinigten Staaten von Nordamerika wird in Europa häufig angepflanzt, da sie noch auf sehr magerem Boden fortkommt. Die Gattung *Astragalus* ist die grösste der Familie und umfasst über

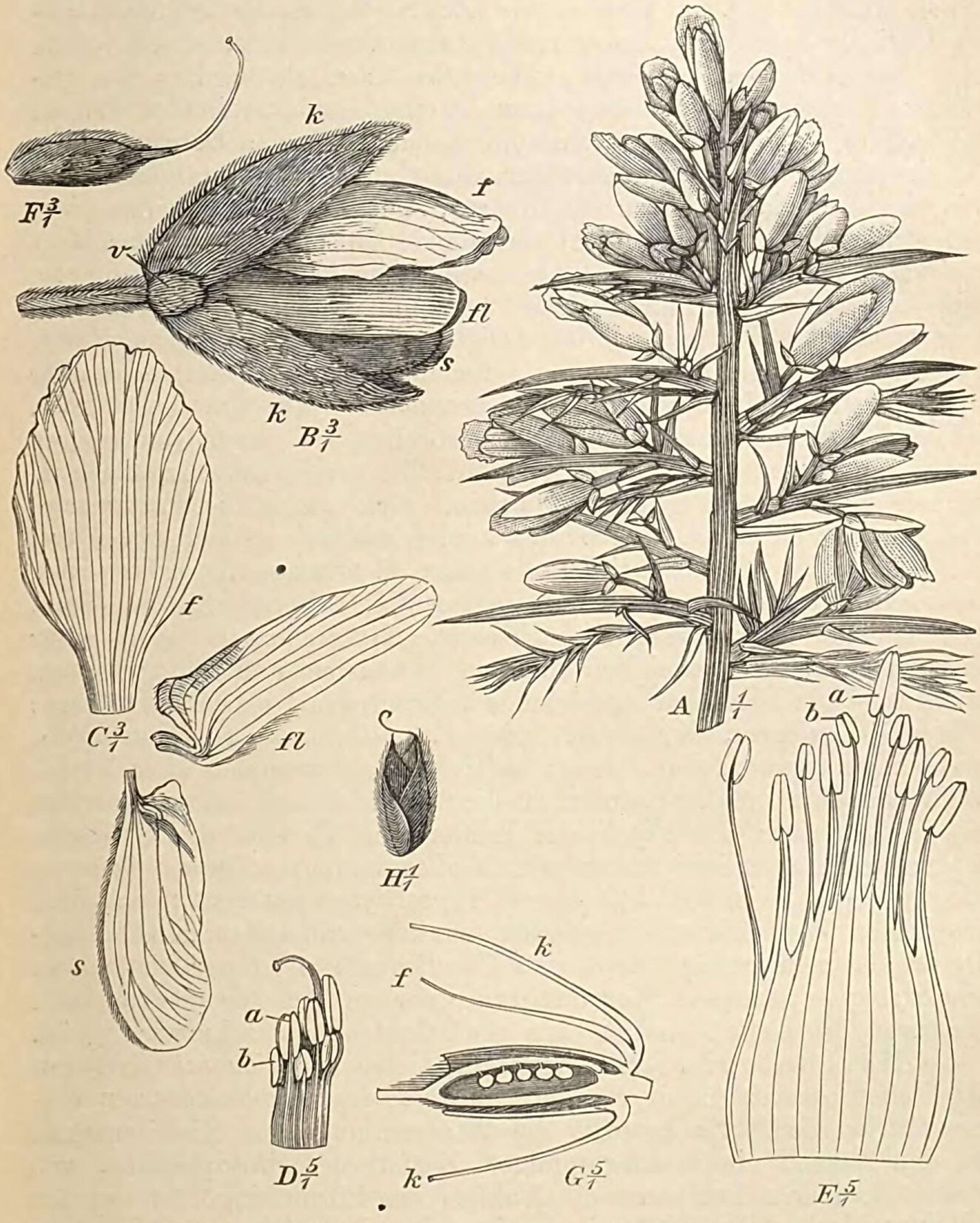


Fig. 151. *Ulex europaeus.* *A* Blühender Zweig; *B* Blüte: *v* Vorblatt, *k* Kelch, *f* Fahne, *fl* Flügel, *s* Kiel; *C* die Blumenblätter, auseinander gelegt; *D* Staubblätter aus der Knospe; *E* dieselben aus einer Blüte, die Röhre geöffnet und flach ausgebreitet: *a* die dem Kelch, *b* die den Blumenblättern gegenüberstehenden Staubblätter; *F* Stempel; *G* Längsschnitt durch den Fruchtknoten; *H* Frucht.

1100 Arten, die hauptsächlich in Ost- und Zentralasien heimisch sind und dann im pacifischen Amerika in grösserer Zahl auftreten. *A. leioclados*, *A. gummifer* und. *A. adscendens* liefern das beste kleinasiatische

und syrische *Traganthgummi*. *Glycyrrhiza glabra* gibt die *Süssholzwurzel* (*Radix Liquiritiae*), die in Spanien, Ungarn und Russland im grossen gewonnen wird. Zu den *Hedysareae,* die besonders durch Gliederhülsen ausgezeichnet sind, gehört *Ornithopus sativus* (*Serradelle*), welche wie *Onobrychis sativa* (*Esparsette*) als Futterpflanze gebaut wird; *Arachis hypogaea* mit Früchten, die unterirdisch reifen, gibt die an fettem Oel sehr reichen *Erdnüsse,* sie wird in den gesamten Tropen gebaut. *Desmodium* ist eine besonders in den Tropen verbreitete, viele Unkräuter umschliessende Gattung: *D. gyrans*, die *Telegraphenpflanze,* zeigt eine periodisch auf- und absteigende Bewegung der beiden kleinen Blattfiedern. Die *Dalbergieae* haben nicht aufspringende, aber auch nicht zerfallende Hülsen: *Pterocarpus Marrupium* liefert das adstringierende, ostindische *Kino*, *Andira Araroba*, eine bis heute noch nicht sicher bekannte Pflanze Brasiliens, das *Chrysarobin*, *Cumaruna odorata* (*Dipteryx odorata*), die *Tonkabohne* aus Guyana. — Die *Vicieae* haben gefiederte, in eine Wickelranke oder Spitze auslaufende Blätter: *Abrus precatorius,* die *Paternostererbse,* ist in den Tropen der Alten Welt verbreitet, sie wurde vor kurzem als Wetterpflanze mit Unrecht gerühmt; die roten, schwarzgefleckten Samen enthalten das giftige Jequiritin. *Vicia sativa* die *Futterwicke,* und *Lathyrus sativus* (*Platterbse*), werden vielfach gebaut, *V. Faba*, die *Pferdebohne, Pisum sativum*, die *gelbe, P. arvense,* die *graue Erbse,* sowie *Lens esculenta,* die *Linse,* werden als Hülsenfrüchte gegessen. Die Heimat aller dieser Gewächse ist mit Sicherheit nicht mehr auszumachen, wahrscheinlich aber in Westasien und Südeuropa zu suchen. — Die *Phaseoleae* sind windende Kräuter mit gedreiten Blättern: *Phaseolus vulgaris*, die *weisse*, und *P. multiflorus,* die *Feuerbohne*, werden vorzugsweise in Europa kultiviert, sie stammen aber höchst wahrscheinlich nicht, wie man ehedem meinte, aus Indien, sondern aus Südamerika; die *Faseli* der Römer und *Phaseoli* der Griechen, waren wahrscheinlich Samen von *Dolichos*arten. *Glycine Soja* ist die für Japan wichtige *Sojabohne. Physostigma venenosum,* aus dem tropischen Westafrika, mit grossen, dunkelbraunen Samen (*Calabarbohnen*) ist sehr giftig. *Erythrina Corallodendron* ist der vielfach in Parkanlagen gezogene *Korallenbaum*, der in den Tropen bei den Kulturen des Kaffees und Kakaos als Schattenbaum sehr wichtig ist.

Morphologie. Die Wurzeln vieler *Papilionatae* sind mit Knöllchen besetzt, die durch den Pilz *Rhizobium Leguminosarum* verursacht werden. Er bewirkt die Ansammlung von Eiweissmassen in den Zellen, einen schwammigen Zerfall des Protoplasmas, von dessen kleineren Portionen die Kokken des Pilzes eingehüllt werden (*Bakteroiden*). Die Knöllchen scheinen Eiweissspeicher zu sein, denn zu Ende der Vegetationsperiode wird der Inhalt in die Pflanze zurückgeführt, die Kokken bleiben aber in den Knöllchen, somit in dem Boden und infizieren im nächsten Jahre neue Pflanzen.

Viele Leguminosen sind Lianen und haben dann oft eine abnorme Holzstruktur, die schon äusserlich an den breiten, bandförmigen, gerieften und zerklüfteten Stämmen ins Auge fällt. Besonders eigenartig ist die Struktur der *Bauhinien,* bei denen sich parenchymati-

sches Wuchergewebe zwischen die Holzmassen eindrängt und jenes endlich in Keile zerlegt. In Mark und Markstrahlen mancher Arten treten lysigene Gummigänge auf, z. B. bei *Acacia* und *Astragalus* (arabisches Gummi, Traganth), schizogene Harzlücken finden sich ebenfalls (Copaivabalsamblasen).

Die nicht selten vorkommenden Stacheln sind den Nebenblättern homolog zu setzen. Bei *Acacia cornigera* sind sie sehr gross und werden von Ameisen angebohrt, ausgehöhlt und bewohnt. Die letzteren finden an Drüsen, welche die Spitze der Blätter krönen, Nahrung (Belt'sche Körperchen). Extranuptiale Nektarien (kugelige oder schüsselförmige Drüsen) mannigfacher Gestaltung sind verbreitet und namentlich auf den Blattspindeln (*Cassia*), zuweilen aber auch an der Aussenseite der Nebenblätter entwickelt; sie ziehen oft Ameisen in grosser Masse an (*Vicia sepium*); bei *Humboldtia laurifolia* aus Ostindien bewohnen die letzteren spindelförmige, hohle Erweiterungen der Blütenstandsachse.

Die rankenden und am Boden kriechenden Leguminosen sind stets mehr oder weniger dorsiventral gebaut mit 2zeiliger Blattstellung, die aufrechten haben spirale Disposition der Blätter. Dorsiventrale Anreihung findet sich auch in den Inflorescenzen, deren Oberseite mit Blüten beladen ist, während die Unterseite völlig nackt bleibt (*Vicia, Lathyrus* u. s. w.). Zuweilen werden dieselben ganz wickelartig (*Dalbergia, Geissaspis*), doch scheint auch hier stets nur eine dorsiventrale 2zeilige Traube vorzuliegen. Bereicherung der axillären Blüten und Blütenstände durch untere oder obere Beiknospen, die in zickzackförmigen Anreihungen Wickeln ähnlich werden, finden sich bei einzelnen *Desmodium-* und *Cassia*arten. Durch eine von Anfang an vorhandene, excentrische Lage der Blütenstände werden die Beiknospen, die ursprünglich in der Mediane des Blattes stehen, häufig kollateral (*Vicieae, Medicago*).

Die Blüten sind oft mit Vorblättern versehen, sie fehlen aber stets den *Mimosoideae*. Gipfelblüten kommen bei den zygomorphen Leguminosen niemals vor. Die Stellung ist stets derart, dass das unpaare Kelchblatt nach vorn fällt; der Entstehung nach ist dies bei den *Papilionatae* das erste, die Theorie betrachtet es aber als das zweite. Die Deckung des Kelches ist hier aufsteigend, die der Blumenkrone absteigend. Die *Caesalpinoideae* haben dagegen das dorsale Blumenblatt, das der Fahne homolog ist, ganz innen gelegen. Die Symmetrale geht ausnahmslos durch das unpaare Kelchblatt. Die strahligen Blüten der *Mimosoideae* haben verschiedene Orientierung: an 5gliedrigen Blüten liegt im Gegensatz zu den beiden anderen Triben das unpaare Kelchblatt immer dorsal; in den 4gliedrigen bilden die Kelchblätter entweder ein stehendes (*Acacia*) oder ein liegendes Kreuz (*Mimosa pudica*). Sind diese Blüten tetrandrisch, so wechseln die Staubblätter mit den Blumenblättern, bei acht sind zwei 4gliedrige Kreise; sind mehr Staubblätter vorhanden, so werden sie als aus jenen dedubliert betrachtet. Die zygomorphen Blüten besitzen typisch ein dicyklisches Androeceum, durch Fehlschlag teilweise der ventralen, teilweise der dorsalen Staubblätter kann aber die Zahl bis auf eins

sinken. Der Fruchtknoten ist entweder frei, oder einseitig angewachsen, in diesem Falle vertieft sich der Blütenboden zuweilen röhrenförmig und die Insertion kann halbseitig peri-, halbseitig epigynisch werden; sehr mannigfaltig ist die Gestalt des Griffels und der Narbe, die gerade, gekrümmt oder posthornförmig eingerollt sein können und gute Merkmale zur Einteilung der Triben geben.

Die Blätter vieler Leguminosen zeigen periodische Bewegungen, die sich in einer Veränderung der Stellung zur Nachtzeit (Pflanzenschlaf), oder in fortgesetzten auf- und abgehenden Schwingungen äussern können (*Desmodium gyrans*, *Telegraphenpflanze*). Der Sitz der Bewegung liegt in dem Blattpolster mit dem die Blättchen an der Spindel oder die Blätter an dem Zweige eingelenkt sind. Bewegungen auf äusseren Anstoss zeigen mehrere, am lebhaftesten *Mimosa pudica;* hier ist ein eigenes, den Nerven entsprechendes, Reiz leitendes Gewebe nachgewiesen worden, durch das die Fortpflanzung der Blattbewegung von der angestossenen Stelle oft weithin übernommen wird.

Die Leguminosen werden zum allergrössten Teil durch Insekten bestäubt, bisher sind nur die *Papilionatae* genauer untersucht und diese haben schon sehr grosse Verschiedenheiten in den Blütenmechanismen gezeigt. Als Sitzplatz dienen die Flügel und das Schiffchen, beide verschliessen den Eingang zu dem Honigreservoir und müssen, um eine Oeffnung zu schaffen, nach unten gedrückt werden. Durch diese Bewegung wird entweder das Androeceum gegen den Unterleib des Berührers gedrückt und dort abgestrichen, oder wenn die Röhre, welche jenes umschliesst, für den Durchtritt zu eng ist, wird der Blütenstaub durch die Narbe herausgepumpt oder gebürstet; endlich kann auch die Auslösung einer Spannung ein explosionsartiges Hervorschleudern des Blütenstaubes bedingen.

Bei *Erythrina* wird die Pollenübertragung durch colibriartige Vögel geübt.

Einzelne Leguminosen reifen die Früchte in der Erde, z. B. *Arachis hypogaea, Voandzeia subterranea*; andere haben Luft- und Erdfrüchte, z. B. die amphikarpe *Vicia angustifolia*; die Erdfrüchte springen im Gegensatz zu den meisten Hülsen nicht auf.

16. Reihe. Geraniales.

Blüten cyklisch mit doppelter, in Kelch und Krone gesonderter Hülle, seltener nackt, meist 5gliedrig, strahlig oder zygomorph. Fruchtblätter (5—2) bei der Reife häufig getrennt, meist mit gepaarten oder einzelnen Samenanlagen; letztere epitrop mit zentraler Rhaphe und mit nach oben gekehrter Mikropyle.

117. Familie. Geraniaceae.

Die Blüten sind zwittrig und gewöhnlich strahlig, fast stets 5zählig. Die freien Kelchblätter haben in der Knospe eine dachige Lage, oder die röhrig verbundenen decken klappig, sie bleiben nach

der Vollblüte stehen. Die Blumenblätter wechseln meist mit Drüsen. Die Staubblätter stehen gewöhnlich in 2 Kreisen (obdiplostemon), die Kronstamina sind bisweilen sämtlich oder teilweise steril. Die Fruchtblätter stehen in der Gleichzahl den Blumenblättern gegenüber, zuweilen sind weniger (bis 2) vorhanden; sie umschliessen einzelne oder mehrere hängende, gewendete Samenanlagen. Die Frucht ist kapselartig, oft in langgeschnäbelte, spiralig sich aufrollende Klappen zerfallend. — Kräuter, zuweilen am Ende verholzend, mit spiralig gestellten, einfachen Blättern und Nebenblättern; Blüten gewöhnlich in Wickeln.

Von den 5 Tribus hat für uns nur die der *Geranieae* Interesse, die durch freie Kelchblätter und begrannte Klappen der Früchte charakterisiert wird. — Die Gattungen *Geranium* und *Erodium* haben strahlige, *Pelargonium* hat deutlich zygomorphe Blüten. Von den ersteren beiden besitzt *Geranium* 10 fruchtbare, *Erodium* 5 fruchtbare und 5 beutellose Staubblätter. *Geranium Robertianum*, der 1jährige *stinkende Storchschnabel,* ist auf Schuttplätzen, an Mauern, in Gesträuch überall verbreitet; *G. palustre, G. sanguineum*, *G. pratense* sind ausdauernd und ebenfalls in der Alten Welt verbreitet. Sehr eigentümliche Gestalten mit keilförmigen Blättern und silberner Bekleidung haben die Berge der Sandwichinseln erzeugt z. B. *G. tridens. Erodium cicutarium* verhält sich in der Verbreitung wie *G. Robertianum;* die sehr langen Grannen von *E. gruinum* dienen als Hygrometer. *Pelargonium* ist die grösste Gattung, die mit über 170 Arten vorzüglich am Kap entwickelt ist; von hier aus geht ein Strahl über Abyssinien (mit *P. multibracteatum*) nach Kleinasien (*P. Endlicherianum*), ein anderer nach Australien und Neuseeland (*P. australe*); eine Art findet sich auf Tristan d'Acunha (*P. acugnaticum*)*;* von *P. inquinans* und *P. zonale,* 2 kapensischen Arten, stammen die zahllosen Formen der kultivierten *Pelargonien* ab. *P. capitatum* (*P. Rosa*), dessen Blätter nach Rosen duften und das ähnlich riechende *P. Radula* (*P. roseum*) mit zerschlitzten Blättern werden häufig in Stuben kultiviert; in Frankreich und der Türkei baut man sie des ätherischen Oels halber, mit dem das Rosenöl häufig verfälscht wird.

Einige fossile Fruchtklappen aus dem Oligocän des Bernsteins sind als hieher gehörig gedeutet worden.

Morphologie. Die Seitensprossen der Geraniaceae besitzen fast stets untere Beiknospen. Die scheinbar doldenförmigen Blütenstände sind Wickeln. In dem Dragramme herrscht insofern eine Durchbrechung der Alternanz, als auf die epipetalen Staubblätter superponiert gestellt die 5 Fruchtblätter folgen. Man hat gemeint, dass eine Verschiebung den inneren Staubblattkreis aus seiner Stellung gebracht hätte. In Wirklichkeit wird für denselben ein Platz geschaffen durch die geringe Grösse der Anlagen der epipetalen Staubblätter. In die Lücken zwischen die grossen Kelchstaubblätter fügen sich 5 Lappen des Blütenbodens ein, die sich zu den Karpellen umbilden. Von Vorblättern sind beide oder nur eins entwickelt. Die Symmetrale der Zygomorphie geht bei *Pelargonium* durch das Deckblatt, der Sporn ist eine Aussackung des Blütenstieles.

Die Bestäubung der proterandrischen Blüten wird durch Insekten ausgeführt; bei kleineren Blüten ist Selbstbestäubung häufig; auch kleistogame Blüten kommen vor. Die Früchte springen entweder mit offenen Klappen auf, oder diese sind geschlossen und die Frucht wird zur Spaltfrucht. Die spiralige Einrollung, welche durch die mechanischen, ungleichseitig entwickelten Gewebe erzeugt wird, bewirkt eine Fortschleuderung der Samen. Die starke Hygroskopicität der Grannen bringt ein Bewegung hervor, die in Verbindung mit den steifen Borsten und der scharfen Spitze an der Klappe die Früchte in den Boden bohrt.

Die Blütenstiele haben einen extracambialen Festigungsring; die Epidermis ist sehr kleinzellig; Köpfchen- und mehrzellige, einfache Haare sind verbreitert.

118. Familie. Oxalidaceae.

Sie stimmen in den meisten Merkmalen mit der vorigen Familie überein und unterscheiden sich nur durch die am Grunde verwachsenen Staubblätter, sowie durch zusammengesetzte Blätter ohne Nebenblätter.

Die Gattung *Oxalis* — mit über 200 Arten, besonders in Südafrika und dem wärmeren Amerika verbreitet — hat klappig aufspringende Kapseln. *O. Acetosella* (*weisser Sauerklee*) mit 3zähligen Blättern und einzelnen weissen Blüten ist in der ganzen nördlich gemässigten Zone häufig; *Biophytum sensitivum* findet sich in den Tropen beider Hemisphären und hat reizbare, gefiederte Blätter; *Averrhoa Carambola* und *A. Bilimbi,* kleine Bäume mit grossen, gefiederten Blättern werden wegen ihrer sauren Früchte in den Tropen kultiviert.

Morphologie. Der Stengel mehrerer *Oxalis*arten ist am Grunde fleichig, knollen- oder zwiebelartig; bei anderen sind die Wurzeln verdickt und zu Wasserspeichern entwickelt. Die Blattstiele einzelner Arten sind verbreitert und bilden einen Uebergang zu den Phyllodien, die bei *O. rusciformis* typisch entwickelt sind. Die Blüten schliessen sich in ihrem morphologischen Aufbau der vorigen Familie an. Die Staubblätter haben oft verschiedene Länge und geben bei der ebenfalls wechselnden Grösse der Griffel Veranlassung zu trimorphen Blüten. Die Bestäubung dieser Formen, wie der monomorphen geschieht durch Bienen. Kleistogamie findet sich bei einer kurzgestielten Blütenform von *Oxalis Acetosella.* Bei einzelnen Arten von *Oxalis* löst sich das fleischige Exokarp von dem harten Endocarp ab, die Samen werden durch diese Sonderung bei der Berührung weit aus der Kapsel geschleudert.

119. Familie. Tropaeolaceae.

Die Blüten sind asymmetrisch, zwittrig, 5gliedrig; das rückwärts gestellte Kelchblatt trägt einen hohlen Sporn. Staubblätter sind 8, Fruchtblätter 3 vorhanden; in jedem der letzteren befindet

sich eine gewendete, hängende Samenanlage; der Griffel ist einfach. Die Früchte zerfallen in 3 Schliessfrüchte oder Beeren. — Windende Kräuter mit spiralig gestellten, schildförmigen, ganzen oder gelappten Blättern, gewöhnlich ohne Nebenblätter. Blüten gestielt, einzeln, achselständig.

Die einzige Gattung *Tropaeolum* kommt mit über 30 Arten nur im wärmeren Amerika, von Mexiko bis Brasilien vor. *T. majus*, die *Kapuzinerkresse*, ist eine aus Peru stammende, häufig kultivierte Pflanze mit ganzen, gestielten Blättern und sehr vielen Farbennuancen der Blüten; *T. pentaphyllum* mit gefingerten Blättern und knolliger Grundachse wird in Töpfen kultiviert; es stammt aus Brasilien.

Morphologie. Bezüglich der Blüten ist bemerkenswert, dass bei der Gruppe *Chymocarpus*, zu der *T. pentaphyllum* zählt, die vorderen 3 Blumenblätter spurlos fehlschlagen. Die hinteren 2 Blumenblätter sind bei den übrigen Arten sitzend und längsstreifig, die vorderen genagelt und an der Platte gewimpert. Die Staubblätter erscheinen ungleichzeitig, und zwar zuerst die vor den Kelchblättern in absteigender Folge, zwischen sie schalten sich die letzten 3 ein. Die Karpiden sind so gestellt, dass eins in die Mediane des ersten Kelchblattes fällt.

Der Stengel besitzt an der Achsenseite der Gefässbündel einen sklerotischen Verstärkungsring.

Die Pollenübertragung wird durch Insekten vermittelt, denen die Streifen der Blumenblätter als Saftmale nach dem in dem Sporn befindlichen Honig dienen.

120. Familie. Linaceae.

Die Blüten sind strahlig und 5gliedrig. Die Blumenblätter besitzen meist eine gedrehte Knospenlage. Fruchtbare Staubblätter sind in der 1-, 2-, bis 4fachen Zahl der Blumenblätter vorhanden, dazwischen finden sich bei der Gleichzahl zuweilen zahn- oder fadenförmige Staminodien; sie sind am Grunde verwachsen. Die 2—3, gewöhnlich 5 Fruchtblätter haben zuweilen falsche Scheidewände, bei Gleichzahl stehen sie vor den Blumenblättern. Die Samenanlagen sitzen einzeln oder gepaart im Innenwinkel der Fächer; sie sind gewendet und aufrecht; die Frucht ist kapselartig und die Samen sind mit Nährgewebe versehen. — Kräuter oder Sträucher mit einfachen, ganzrandigen Blättern und zuweilen mit kleinen Nebenblättern. Blüten oft in Rispen, die wickelig, sehr selten schraubelig auslaufen.

Die *Eulineae* sind durch 5 fruchtbare Staubblätter ausgezeichnet. — *Linum usitatissimum, Flachs, Lein,* (Fig. 152) wird seit uralten Zeiten kultiviert, er findet sich bereits unter den Resten der Pfahlbauten und in den ägyptischen Gräbern und stammt wahrscheinlich aus der Gegend zwischen dem Persischen Golf, dem Schwarzen und dem Kaspischen Meere. Man glaubt, dass er durch die turanische Rasse nach dem Norden, durch die arische Rasse nach Mittel- und Südeuropa eingeführt wurde, wo er die frühere Kultur des *L. angusti-*

folium, der von den Kanaren bis zum Kaukasus wild wächst, verdrängt hat. Die von den übrigen Geweben durch Rösten und Hecheln getrennten Bastfasern sind seidenglänzend und gelblichweiss; sie haben eine Länge bis fast 1,5 cm, sind deutlich geschichtet und schief gegetüpfelt. Man unterscheidet besonders 2 Formen: *Schliesslein* mit



Fig. 152 a. *Linum usitatissimum.* Blühende Pflanze.

nicht aufspringenden Kapseln, deren Scheidewände kahl sind, und *Klanglein* mit aufspringenden Kapseln und behaarten Scheidewänden. Die Samen enthalten fettes Oel, das leicht trocknet und deswegen zu Firnis verkocht wird; die Samenschalen geben beim Kochen mit Wasser durch Aufquellen der äussersten Zellschicht reichlich Schleim

ab und sind deswegen vom Arzneibuche vorgeschrieben. Das Oel wird auch als Speiseöl benutzt, die Pressrückstände geben ein gutes Viehfutter. *Radiola linoides* mit 3 zähnigen Kelchblättern ist eine unserer kleinsten Phanerogamen mit sehr regelmässig dichasialem Sprossaufbau.

Die *Hugonieae* haben 10—20 fertile Staubblätter; sie sind sämtlich tropische, oft kletternde Holzgewächse: Bei *Hugonia Mystax* und anderen Arten sind die untersten Blütenstandsstrahlen zu Klimmhaken umgebildet.

Morphologie: Die Blütenstände von *Linum angustifolium* zeigen in den letzten wickligen Ausstrahlungen zuweilen Schraubelglieder. Die ziemlich spät zwischen den Staubblättern erscheinenden Spitzchen werden für Staminodien angesehen, so dass auch bei den *Linaceen* der obdiplostemone Bau der Blüten gewahrt ist.

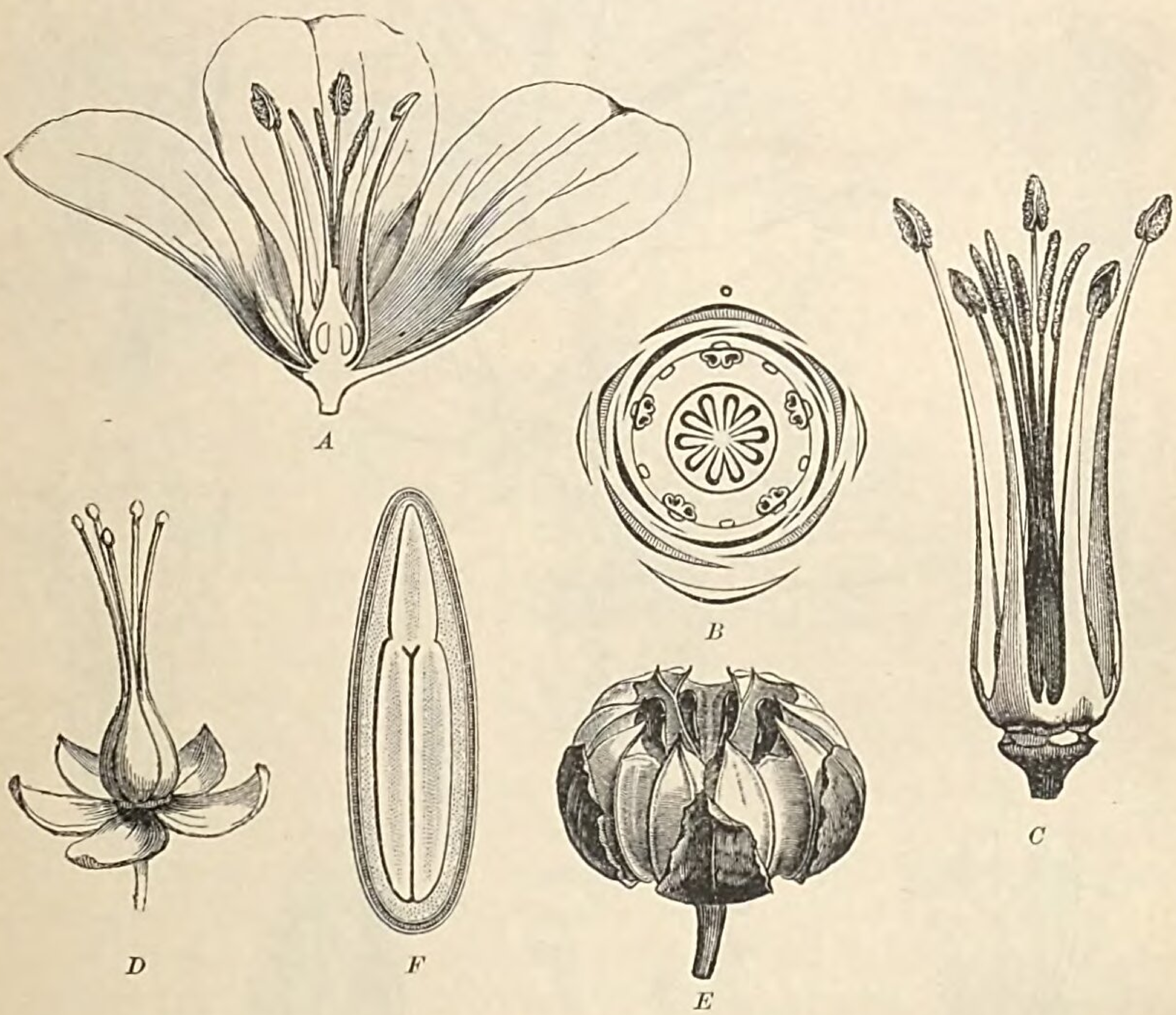


Fig. 152 b. *Linum usitatissimum.* *A* Blüte im Längsschnitte; *B* Diagramm; *C* Staubblätter mit den Zwischenzähnchen und Stempel; *D* Stempel; *E* Kapsel des Klangleins; *F* Same im Längsschnitte (nach Baillon).

Die Blüten sind entweder homomorph (*Linum usitatissimum*) oder dimorph (*L. grandiflorum*), die letzteren werden nur durch Insekten befruchtet, für welche 5 an der Aussenseite der Staubblattröhre unter den Staubblättern befindliche Drüsen den Honig absondern; jene können sich auch selbst befruchten und geben reichliche, keimfähige Samen.

121. Familie. Humiriaceae.

Sie sind der Tribus der *Hugonieae* nahe verwandt, haben meist ein hochzähliges Androeceum und zuweilen Antherenhälften mit nur einem Loculament. — Die kahlen Sträucher mit spiralig gestellten, oft lederartigen Blättern sind fast ausschliesslich dem tropischen Amerika eigen.

Humiria floribunda aus dem Amazonasgebiete hat eigentümlich gebaute, mit Lacunen, die einen Balsam enthalten, versehene Steinfrüchte.

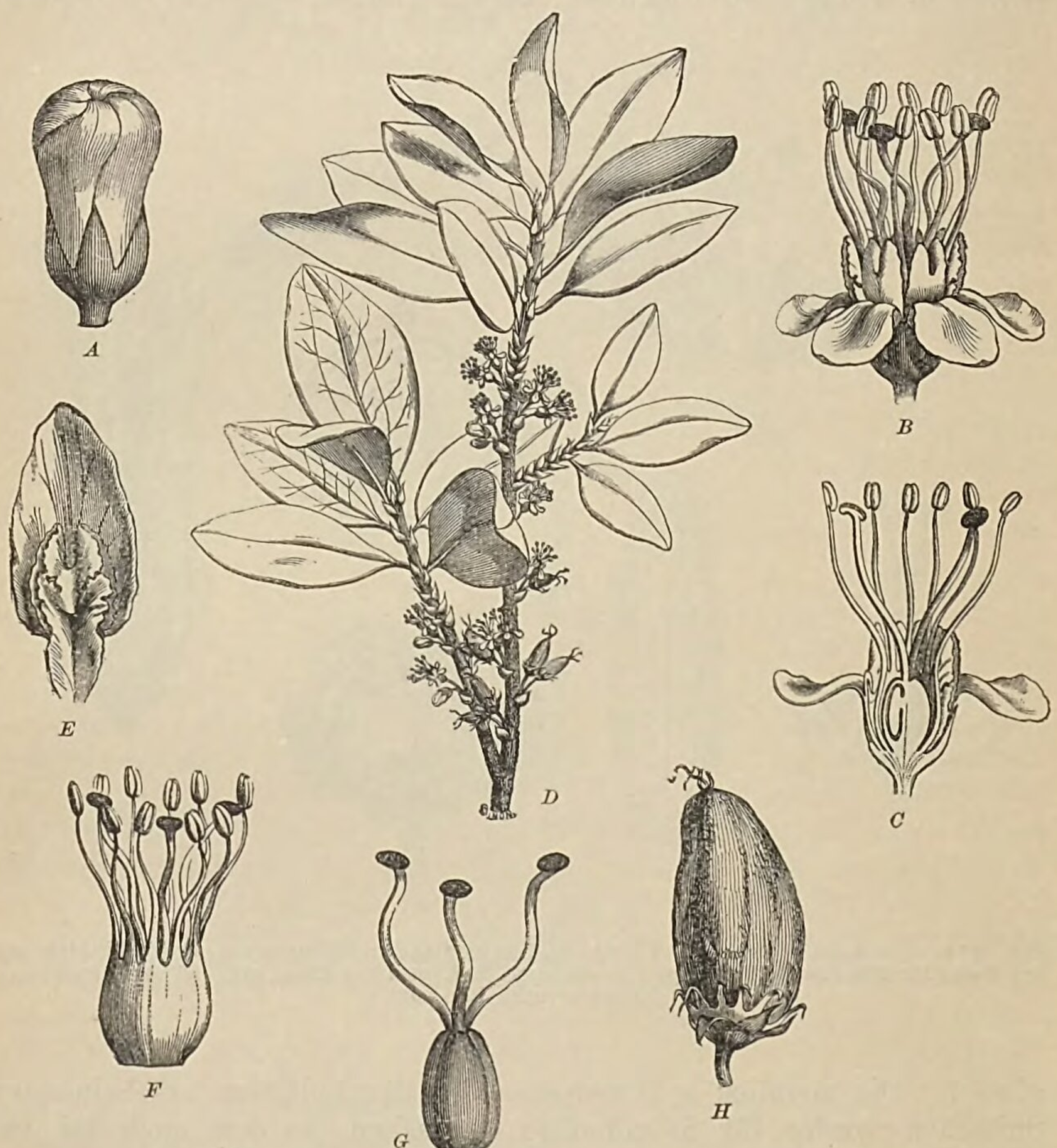


Fig. 153. *Erythroxylon Coca.* *A* Blütenknospe; *B* Blüte; *C* dieselbe im Längsschnitte; *D* blühender Zweig; *E* Blumenblatt; *F* Staubblätter; *G* Stempel; *H* Frucht (nach Baillon).

122. Familie. Erythroxylaceae.

Sie stehen ebenfalls den Linaceae nahe und werden oft mit ihnen verbunden. Das für sie besonders charakteristische Merkmal

liegt in einer verschieden geformten, meist 2lappigen Ligula, die sich auf der Grenze zwischen Spreite und Nagel an der Innenseite des Blumenblattes befindet (*E*); von den 3 Fruchtfächern sind gewöhnlich 2 leer. — Sie sind meist kahle Sträucher mit nicht selten lederartigen, spiral gestellten Blättern und interpetiolaren Nebenblättern; den Blättern eines Zweiges gehen meist viele braunschwarze, sich dachziegelig deckende Niederblätter voraus, an denen die Familie gut zu erkennen ist. Die kleinen, grünlichgelben Blüten sind einzeln, achselständig oder botrytisch gebüschelt.

Erythroxylon ist eine tropische Gattung, die mit der grössten Menge ihrer Arten Südamerika angehört: *E. Coca* (Fig. 153) liefert die *Folia Coca,* aus denen das von dem Arzneibuche vorgeschriebene *Cocain* gewonnen wird. Die Pflanze wächst in Südamerika und hat dort eine ziemlich ausgedehnte Verbreitung von Peru bis Brasilien. Die Blätter von oblonger Form haben zu beiden Seiten des Mittelnerven eine feine, gekrümmte Längslinie, Druckmarken der in der Knospenlage eingeschlagenen Blattränder. Sie werden von den Bewohnern der Anden als Genussmittel viel verzehrt, da sie stark anregend wirken.

123. Familie. Zygophyllaceae.

Die Blüten sind strahlig, zwittrig, 5gliedrig. Kelch- und Blumenblätter haben eine fast stets dachziegelige Knospenlage. Ein Discus ist häufig entwickelt. Staubblätter sind doppelt so viel als Kelchblätter vorhanden. Der Fruchtknoten ist meist 5fächrig, wobei die Fächer über die Blumenblätter fallen, kantig oder geflügelt sind und eine bis mehrere hängende, gewendete Samenanlagen umschliessen. Die Frucht ist meist kapselartig, und springt fach- oder scheidewandteilig auf, wobei sich das Endokarp nicht selten löst. — Meist Halbsträucher oder Sträucher, selten 1jährige Kräuter mit gegenständigen, selten wechselständigen Blättern und Nebenblättern, jene häufig paarig gefiedert. Blüten endständig, wickelartig verbunden; zuweilen setzen die Wickeln Trauben und Dichasien zusammen.

Sie lieben trockene, salzhaltige Orte und bilden oft einen erheblichen Teil der Wüsten- und Steppenvegetation, so z. B. *Zygophyllum Fabago; Tribulus terrestris* mit bedornten Früchten ist im Mittelmeergebiete, dem danubischen und südrussischen Steppengebiete bis Tibet und in Südafrika verbreitet, wahrscheinlich ist sie oft durch die anhaftenden Früchte verschleppt. *Guajacum officinale* und *G. sanctum* sind kleine Bäume, die von Florida bis Venezuela und Columbien wachsen, sie liefern das offizinelle *Guajak-* oder *Pockholz* (*Lignum Guajaci*), dessen Kernholz, von solcher Schwere, dass es im Wasser untersinkt, das wirksame *Guajakharz* enthält. *Porliera hygrometrica* legt bei feuchter Witterung die Fiederblättchen zusammen. *Peganum Harmala*, eine Charakterpflanze der Wüsten, giebt roten Farbstoff.

Morphologie. Der Aufbau der Sprosse von *Tribulus*, jener Gattung, die aus der Familie am besten bekannt ist, hält in der

Blütenregion den Wickeltypus ein. Die Kelchstellung bei derselben Gattung ist die seltenere, derzufolge das unpaare Kelchblatt nach vorn fällt; Vorblätter sind stets vorhanden. Die Staubblätter sind nicht selten an ihren Fäden mit grösseren Schuppen versehen oder besitzen dort seitliche, zuweilen gespaltene oder mehrfach zerschlitzte Anhängsel, die für Nebenblattbildungen angesehen werden.

Die oft ausserordentlich harten und sehr zähen Zweige haben zwischen den Baststrängen eingelagerte und mit jenen zu einem Ringe verbundene Sklerenchymmassen. In der Aussenrinde liegen häufige Krystallschläuche. Das Harz von *Guajacum* entsteht in den Zellen der meist einreihigen Markstrahlen.

Die Uebertragung des Blütenstaubes wird wahrscheinlich allgemein durch Insekten vermittelt.

124. Familie. Cneoraceae.

Diese kleine, nur 1 Gattung mit 2 Arten umschliessende Familie ist durch zwittrige, strahlige, 3gliedrige Blüten ausgezeichnet, deren Staubfäden in die verdickte Blütenachse eingesenkt sind. Die Frucht ist steinfruchtartig und zerfällt in 3 Teilfrüchtchen. — Die kahlen oder mit 2schenkligen Haaren bekleideten Sträucher haben spiralig gestellte, lederartige Blätter ohne Nebenblätter, die wie die Rinde Oelzellen enthalten. Die Blüten sind einzeln oder bilden cymöse, wenigblütige, achselständige Inflorescenzen, die auf die Tragblätter emporgehoben sind.

Cneorum tricoccum ist kahl und gehört dem westlichen europäischen Mittelmeergebiete an.

125. Familie. Rutaceae.

Die Blüten sind strahlig oder zygomorph, meist zwittrig und 4- oder 5gliedrig. Der Discus ist ring- oder polster-, manchmal becherförmig. Staubblätter sind gewöhnlich doppelt so viel als Kelchblätter vorhanden, seltener sind sie mit ihnen gleichzählig, zuweilen vermindern sie sich durch Fehlschlag (bis 2—3), selten sind ihrer mehr vorhanden. Die Fruchtblätter stehen bei Gleichzahl mit den Blumenblättern diesen gegenüber, manchmal sind weniger (3—1); oft sind sie nur an der Spitze durch den Griffel verbunden, sie umschliessen je 2 bis viele Samenanlagen. Meist Holzgewächse, seltener Kräuter mit spiralig gestellten oder kreuzgegenständigen, einfachen oder zusammengesetzten Blättern, ohne Nebenblätter. In der Rinde und den Blättern sind lysigene Oeldrüsen eingestreut, daher zeigen die letzteren durchscheinende Punkte.

Die *Ruteae* besitzen 4—5, am Grunde freie Fruchtblätter mit vielen Samenanlagen, jene werden bei der Reife frei und springen nach innen zu fachspaltig auf. *Ruta graveolens,* die *Raute*, war früher offizinell. *Dictamnus albus* mit zygomorphen, grossen, roten oder weissen Blüten, sondert aus den Drüsen des Stengels so reichlich aromatisches Oel ab, dass die Pflanze an warmen Tagen durch ein

brennendes Streichholz aufflammt. — Die *Cusparieae* unterscheiden sich durch paarige oder einzelne Samenanlagen: *Pilocarpus pennatifolius* aus Brasilien liefert die *Folia Jaborandi, Cusparia trifoliata,* die in manchen Gegenden offizinelle *Angosturarinde.* — Die *Aurantieae* besitzen verbundene Fruchtblätter und Beerenfrüchte: *Citrus Aurantium* wird in 2 Varietäten kultiviert, var. *dulcis* (die *Apfelsine*). stammt aus China und var. *Bigaradia* (die *bittere Pomeranze*) vom südlichen Himalaya, diese liefert die *Fructus Aurantii immaturi; C. Limonum,* die *Citrone,* wächst in Indien ebenfalls wild; alle genannten Arten, ferner auch *C. medica,* deren eingezuckerte, dicke Fruchtschale das *Citronat* oder die *Succade* gibt, werden in Südeuropa viel gebaut.

Morphologie. Die Blütenstände der *Rutaceae* reihen sich häufig den Dichasien unter, indem die 2 Blätter, welche die Blüten stützen, wieder fertil werden, bei *Ruta* beendigt eine Gipfelblüte das Hauptsprosssytem; diese ist im Gegensatze zu den 4gliedrigen Seitenblüten, stets an die Blattstellung unmittelbar anschliessend, 5gliedrig. Die Seitenstrahlen gehen bald durch Förderung des Achselproduktes aus dem oberen Vorblatte jeder Blüte in Wickeln aus, welche eine Aehre oder Traube mit 2reihiger Stellung der Blüten nachahmen. *Dictamnus* hat dagegen keine Endblüte; die Inflorescenz ist rispig, indem die untersten Zweige armblütige Wickeln, die oberen Einzelblüten tragen. Der Blütenbau ist typisch obdiplostemon, die Kelchstaubgefässe entstehen als grössere Körper zuerst, und zwischen ihnen haben nicht bloss die kleineren Kronstaubgefässe, sondern auch noch die Karpidenanlagen Platz. Verarmung des Androeceums durch Wegfall der Kelchstaubgefässe ist häufig (*Tetradiclis, Diosma*); sogar die Blumenblätter können fehlen (*Empleurum*). Bei stark zygomorphen Formen treten auf der geminderten Blütenseite nicht selten weitere Reduktionen ein, so dass z. B. bei den *Cusparieae* zuweilen nur 2 an der Unterlippe stehende Staubblätter fruchtbar sind. Die bis zur Zahl 60 anwachsenden Staubblätter der *Aurantieae* stehen alle in gleicher Höhe und sind in variabler Zahl gebündelt. Eichler betrachtete dieses Androeceum als isostemonisch und sieht den zweiten Kreis der Kronstaubblätter als unterdrückt, jenen aber als durch Spaltung vermehrt an. Zuweilen finden sich sympetale Blüten (*Correa*).

126. Familie. Simarubaceae.

Sie ist der vorigen ähnlich, doch finden sich niemals Oeldrüsen in den Blättern, die also auch nicht punktiert sind; zuweilen sind schizogene Oelgänge im Marke vorhanden. Bemerkenswert ist die sehr bittere Rinde, an der man die Familie gut erkennt. — Holzgewächse mit spiralig gestellten, oft gefiederten Blättern. Sie gehören den Tropen an. — *Quassia amara,* aus dem tropischen Amerika, gibt *Lignum Quassiae surinamense; Picraena excelsa* von den Antillen liefert *Lignum Quassiae Jamaicense; Ailanthus glandulosa,* der *Götterbaum,* stammt aus China und wird bei uns häufig kultiviert.

127. Familie. Burseraceae.

Sie sind in ihren morphologischen Merkmalen ebenfalls den Rutaceae ähnlich, sind aber meist getrenntgeschlechtlich und haben schizo- und lysigene Balsamgänge. — Holzgewächse mit spiralig gestellten, 3zähligen oder gefiederten Blättern und kleinen Blüten; sie sind nur tropisch.

Commiphora Schimperi und *C. abyssinica*, aus den Steppen Südarabiens und des gegenüberliegenden Somalilandes, gibt die *Myrrhe; Boswellia Carteri,* aus der letzteren Gegend, den *Weihrauch* (*Olibanum*).

128. Familie. Meliaceae.

Das wichtigste Merkmal bieten die meist zu einer Röhre verwachsenen Staubblätter. — Tropische Holzgewächse mit spiralig gestellten, gefiederten Blättern und reichblütigen Rispen, die in Cymen auslaufen. Sekretzellen sind verbreitet.

Die *Cedreleae* haben freie Staubblätter: *Cedrela odorata* gibt das zu Cigarrenkisten verbrauchte, sogenannte *Zuckerkistenholz*. Die *Swietenieae* haben ein verbundenes Androeceum: *S. Mahagony* aus Honduras liefert *Mahagoniholz* (*Acajou*).

129. Familie. Malpighiaceae.

Die Blüten sind zwittrig und schräg zygomorph, 5gliedrig. Die freien Kelchblätter tragen aussen meist Drüsen; die Blumenblätter sind häufig gefranst. Von den typisch in der 10-Zahl vorhandenen Staubblättern verschwinden nicht selten einzelne, meist sind die bleibenden verwachsen. Der Fruchtknoten ist gewöhnlich 3fächrig mit einzelnen, hängenden, gewendeten Samenanlagen. Die Frucht zerfällt meist in 3 oft geflügelte Spaltfrüchte, seltener ist sie beerenartig. — Holzgewächse, die meist winden, mit kreuzgegenständigen Blättern und Nebenblättern. Blüten mässig gross in botrytischen Verbänden, deren Aeste wickelig auslaufen können. Die Bekleidung besteht sehr häufig aus zweispitzigen Haaren (Malpighiaceenhaare).

Sie sind ebenfalls eine hauptsächlich tropische Familie, die für die Lianen der Urwälder einen sehr wesentlichen Beitrag liefern, z. B. *Banisteria argyrophylla,* mit unterseits prächtig silbern und *Hiraea chrysophylla* mit goldig glänzenden Blättern, beide aus dem tropischen Südamerika. In der Neuen Welt sind sie viel formenreicher als in der Alten.

Fossile Früchte sind bekannt, welche mit voller Sicherheit als zu den Malpighiaceae gehörig betrachtet worden sind, z. B. *Tetrapteris Harpyarum* aus dem Oberoligocän von Sotzka; auch die riesigen bis 24 cm grossen, früher zu *Acer* gezählten Früchte von *Banisteria gigantea,* gehören wohl bestimmt hieher. Die zahlreichen

Blattreste, welche bei den Malpighiaceen untergebracht worden sind, müssen fernerhin unberücksichtigt bleiben.

Morphologie. Die Wurzeln einzelner xerophytischer, zwergstrauchiger Gattungen (*Camarea*) der brasilianische Campos schwellen zu rübenförmigen Wasserspeichern an. Das Holz vieler Lianen hat abnormen Bau, indem durch ein lokalisiertes Wachstum des Hadroms sternartige Querschnitte gebildet werden, oder indem sich, von dem Holzparenchym ausgehend, ein Folgemeristem entwickelt, in welchem zahlreiche Hadrominseln entstehen. — Die so häufigen, zuweilen gestielten Kelchdrüsen (*Dinemandra*) haben eine äusserste Schicht pallisadenartiger Zellen, die von einer dicken Cuticula überzogen sind; die letztere wird später, wahrscheinlich bei der Saftsekretion, abgestossen. Der Grundtypus der Blüten wird als obdiplostemon angesehen, von dem die übrigen Formen abgeleitet werden; die Reduktion im Androeceum kann so weit gehen, dass nur 2 Staubblätter übrig bleiben. Für die Systematik ist die Ausbildung der Flügel an den Teilfrüchten von grosser Bedeutung. Die Pollenübertragung geschieht höchst wahrscheinlich durch Insekten, wofür neben den Drüsen die zuweilen entwickelte Dimorphie der Blüten spricht.

130. Familie. Trigoniaceae.

Eine ausschliesslich dem tropischen Amerika eigentümliche, nur die Gattung *Trigonia* umschliessende Familie, die besonders durch stark zygomorphe Blüte und eine 3klappige, septicide Kapsel ausgezeichnet ist.

131. Familie. Vochysiaceae.

Sie ist ebenfalls nur tropisch-amerikanisch; die Blüten sind auch stark zygomorph und das Androeceum oft bis auf ein fertiles Staubblatt reduziert. Die Gattung *Vochysia* ist durch reichblütige prächtige Inflorescenzen häufig mit gelben Blüten ausgezeichnet.

132. Familie. Tremandraceae.

Eine ausschliesslich in Australien entwickelte Familie, deren strahlige Blüten mit apicalen Poren sich öffnende Staubblätter besitzen. Sie sind kleine Sträucher.

133. Familie. Polygalaceae.

Die Blüten sind zwittrig und median-zygomorph. Der Kelch ist 5blättrig und hat 2 grosse, blumenblattartige Sepalen (Flügel). Blumenblätter sind 3 vorhanden, von denen 2 nach der Achse, 1 nach dem Deckblatt gewendet. Die 8 Staubblätter sind in 2 zur Mediane rechts und links gestellte Bündel verwachsen; sie öffnen sich mit Poren. Der Fruchtknoten ist 2fächrig, mit einzelnen (selten 2—4) Samenanlagen in jedem Fache. Die Frucht ist eine fach- oder

wandteilig aufspringende Kapsel oder steinfruchtartig. Der Same wird von einem Mantel umhüllt und hat ein reichliches Nährgewebe. — Kräuter oder Sträucher mit spiralig gestellten, einfachen, nebenblattlosen Blättern und gewöhnlich traubigen Blütenständen.

Die Gattung *Polygala* ist mit mehr als 200 Arten über die ganze Erde verbreitet; bei uns ist *P. vulgaris* sehr verbreitet, *P. Chamaebuxus* ist die einzige deutsche strauchige Art; *P. amara* war früher offizinell; *P. Senega* (Fig. 154) aus Nordamerika liefert die *Radix Senegae*.

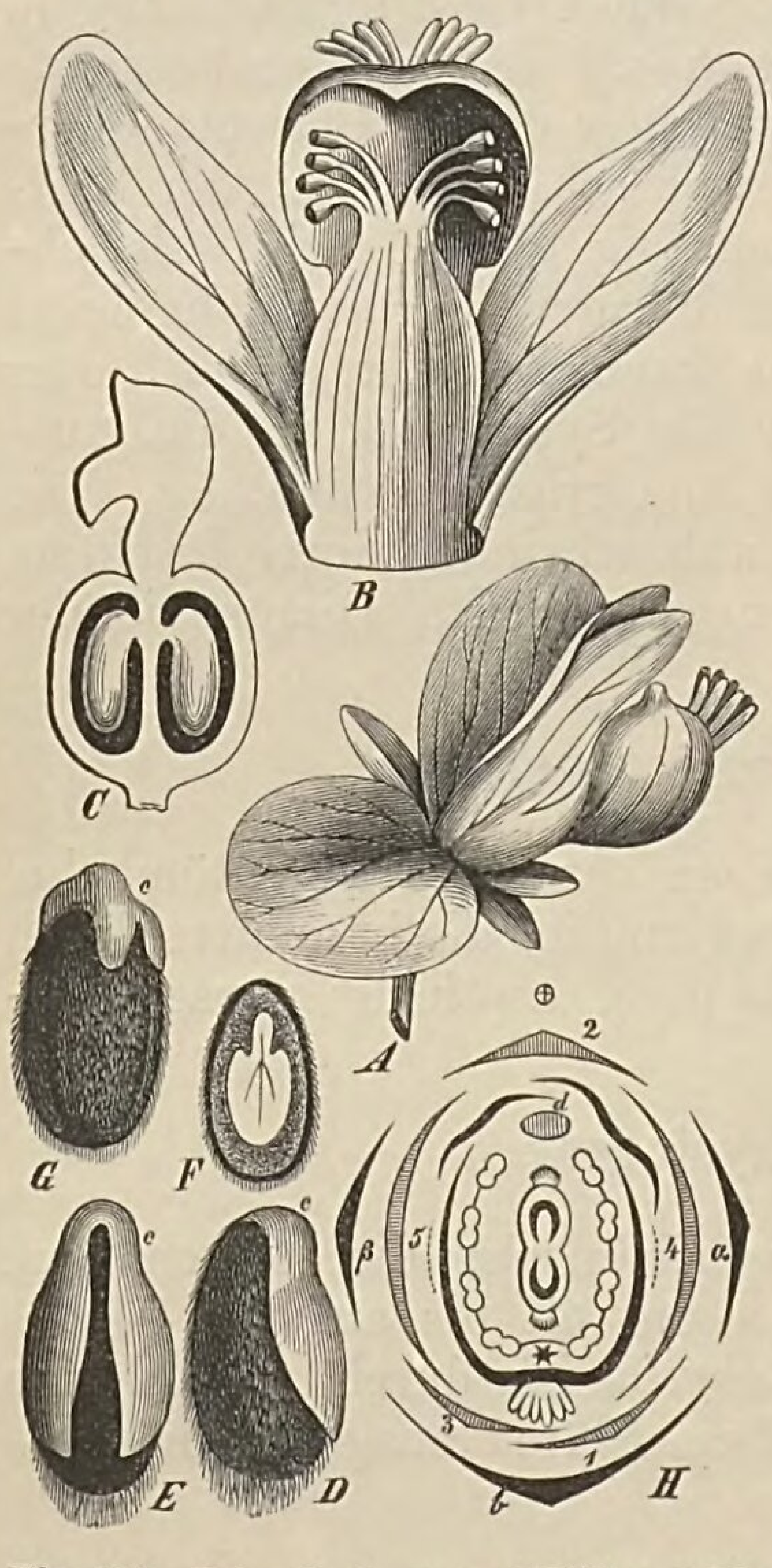


Fig. 154. *Polygala Senega*. *A* Blüte; *B* Blumenblätter und Staubgefässe; *C* Fruchtknoten im Längsschnitte; *D* u. *E* Same von der Seite und von vorn; *F* Same im Längsschnitte; *G* Same von *P. Chamaebuxus*; *H* Diagramm: *b* Deckblatt, *α* u. *β* Vorblätter, *1—5* Kelchblätter, *d* Drüse (nach Luerssen).

Morphologie. Die Blüten von *Polygala* werden häufig mit denen der *Papilionatae* verglichen; sie haben aber die umgekehrte Stellung, d. h. das unpaare Kelchblatt ist nach hinten gerichtet. Das vordere Blumenblatt (die Carina) ist kappenförmig und trägt ein bärtiges Anhängsel; die paarigen Blätter sind oft mit der Carina verwachsen und nicht selten 2spaltig. Die bei unseren Arten unterdrückten mittleren Petalen sind bei ausländischen Arten (*P. cordifolia*) und bei anderen Gattungen entwickelt. Theoretisch führt man die Blüte auf den 5gliedrigen Bau zurück, indem man in einer, unter anderen bei *P. Chamaebuxus* vorhandenen Drüse das Rudiment eines dorsalen Staubblattes erkennt. Von den 8 Staubblättern werden dann immer 2 zu einer episepalen Einheit zusammengefasst.

134. Familie. Dichopetalaceae.
(Chailletiaceae.)

Eine kleine, in den Tropen entwickelte Familie von Holzgewächsen mit spiralig gestellten, einfachen Blättern, die Nebenblätter besitzen. Die Blüten sind meist regelmässig, die Blumenblätter häufig 2lappig; das Androeceum ist 5-, das Gynaeceum 2—3zählig. Bei *Dichopetalum* stehen die Blüten in cymösen Döldchen, die zuweilen den Deckblättern mehr oder weniger hoch angewachsen sind.

135. Familie. Euphorbiaceae.

Die Blüten sind eingeschlechtlich, mit Resten des zweiten Geschlechts oder ohne solche, 1- oder 2häusig, meist strahlig, zuweilen

durch Fehlschlag sehr reduziert. Die Blütenhülle ist nicht selten doppelt, deutlich in Kelch und Krone gesondert, oder die letztere ist geschwunden; zuweilen sind die Blüten nackt. Der Kelch hat eine klappige oder dachziegelige Knospenlage; die Blumenblätter sind frei oder seltener verwachsen. Der Discus ist in Ringform oder als Schuppen häufig entwickelt. Die einzelnen oder zahlreicheren Staubblätter sind frei oder verwachsen. Der Fruchtknoten ist allermeist



Fig. 155. *Securinega ramiflora.* *A* Blütenzweig; *B* Blatt; *C* Frucht; *D* die 3 Griffel; *E* u. F männliche Blüte; *G* dieselbe im Längsschnitte; *H* Staubblatt von aussen (nach Koehne).

3fächrig; in jedem Fache finden sich einzelne oder gepaarte, hängende, gewendete Samenanlagen mit innenständiger Rhaphe; die Mikropyle wird sehr oft von einer am Samen bleibenden Caruncula bedeckt. Die Frucht ist meist kapselartig und löst sich in Kokken, die fachspaltig aufspringen. Nährgewebe ist um den zentralen Keimling reichlich entwickelt. — Pflanzen der verschiedensten Tracht und Dauer mit gewöhnlich spiralig gestellten Blättern, die häufig Nebenblätter besitzen; sehr allgemein sind Milchsaftröhren verbreitet und ist markständiges Leptom ausgebildet. Man teilt sie ein in

2 Hauptgruppen, die *Platylobeae* mit breiten, die *Stenolobeae* mit schmalen Kotyledonen; die letzteren enthalten eine geringe Zahl an Arten armer, unwichtiger Gattungen und bewohnen hauptsächlich Australien. — Jene zerfallen in 2 Tribus: die *Phyllanthoideae* mit einzelnen, die *Crotonoideae* mit paarigen Samenanlagen in jedem Fruchtknotenfache. Die Mehrzahl der Gattungen aus der ersten Tribus, wie z. B. *Phyllanthus* selbst mit fast 500 Arten, ist tropisch; nur *Securinega ramiflora* aus Sibirien wird zuweilen in Parkanlagen angepflanzt (Fig. 155). — Von grösserem Belange sind die *Crotonoideae*. Von dem Typus, *Croton*, sind ebenfalls 5—600 Arten bekannt: *C. Eluteria* von den Bahamainseln, ausgezeichnet durch eine dichte, bräunliche, schülfrige Schuppenbekleidung, liefert *Cortex Cascarilla; C. lacciferus* in Ostindien häufig, gibt *Schellack; C. Tiglium,* ebenfalls im tropischen Asien heimisch, ist die Stammpflanze des *Crotonöles* (*Oleum Crotonis*); *Chrozophora tinctoria*, ein Vertreter der in dem arabisch-ägyptischen Wüstengebiete weitverbreiteten Gattung, wird zum Blaufärben benutzt. *Mercurialis annua* ist ein weitverbreitetes Gartenunkraut, während *M. perennis* eine der ersten Frühlingspflanzen unserer Laubwälder ist. Die ansehnliche Gattung *Mallotus* enthält als wichtigste Pflanze *M. philippinensis* (*Rottlera tinctoria*), deren rote Kapseldrüsen die offizinelle *Kamala* liefern, welche als Bandwurmmittel geschätzt ist und auch als Farbstoff Verwendung findet. Die Gattung *Acalypha* umfasst wieder mehrere Hundert Arten in den Tropen, von denen einige Unkräuter (*A. indica*) sind, andere (*A. grandis*) durch prachtvoll buntgefärbte Blätter auffallen und kultiviert werden. *Ricinus communis* (*Ricinus*- oder *Wunderbaum*) ist eine der grössten krautigen Pflanzen, die in den Tropen aber auch strauchartig wird; sie hat ein vielfach verzweigtes Androeceum und glatte oder bestachelte Kapseln; ursprünglich in Afrika heimisch, ist sie jetzt über die ganze Welt verbreitet; sie liefert das *Ricinus*- oder *Kastoröl* der Offizinen. In ähnlicher Weise, aber drastischer wirken die Samen von *Jatropha Curcas* (*Semina Ricini majoris*), die im tropischen Amerika verbreitet ist. Der Milchsaft der *Hevea*arten, besonders von *H. guianensis,* gibt den besten *Kautschuk.* Er wird gegenwärtig hauptsächlich in den Wäldern gesammelt, welche die rechtsseitigen Zuflüsse des Amazonenstromes auf Hunderte von Meilen begleiten und von Pará ausgeführt (*Pará-Gummi*); auch von *Manihot Glaziovii* werden beträchtliche Mengen gewonnen (*Ceará-Gummi*) und die schnellwüchsige Pflanze wird daher jetzt in den Tropen vielerorts kultiviert. Die Wurzeln der *Manihot utilissima* (*Maniok, Cassave*) liefern ein stärkereiches Mehl, das in Südamerika und Afrika allgemein zur Brotbereitung und zu Polenta gebraucht wird; ein stark giftiger Milchsaft wird durch Waschen oder Rösten entfernt. Die besseren Sorten kommen als *Tapioka* in den Handel. *Codiaeum variegatum* wird wegen der vielgestaltigen und mannigfach gefärbten Blätter unter dem Namen *Croton* häufig kultiviert, es stammt von den Molukken. *Excoecaria Agallocha*, eine von Asien bis Australien verbreitete Küstenpflanze, hat einen so stark wirkenden Milchsaft, dass er, in die Augen gebracht, Blindheit hervorrufen soll. *Hippo-*

mane Mancinella ist der *Manzanillabaum*, dessen Steinfrüchte allerdings sehr giftig sind; die Erzählungen aber von seinem giftigen Schatten gehören in das Gebiet der Fabeln. *Hura crepitans* (*Sandbüchsenbaum*), bekannt durch die Vielzahl der Fruchtblätter, lässt seine Früchte mit lautem Knall elastisch zerspringen; er wächst in Amerika und Westafrika, wird aber in den Tropen allgemein kultiviert. Die Gattung *Euphorbia* umfasst mehr als 600 in den wärmeren Gegenden, aber auch in den gemässigten Zonen noch in ansehnlicher Zahl vorkommende Arten von einer ausserordentlichen Mannigfaltigkeit der Tracht. Unsere kleineren Arten sind teilweise 1jährige Unkräuter, die weit verbreitet sind (*E. Peplus*), teilweise Wald- und Triftpflanzen (*E. Esula, E. Cyparissias*); sehr eigentümlich sind die Formen, welche die Kaktusgestalten wiederholen, z. B. die Säulen der *Cereus*arten (*E. antiquorum)*, die niederhängenden Zweige von *Echinocereus* (*E. Caput Medusae*), den kugelig-kantigen *Melocactus* (*E. meloformis*), die *Rhipsalis*fäden (*E. aphylla)*, diese gedeihen in den Wüsten- und Steppengebieten des Kaps, des tropischen Asiens und Afrikas. *E. neriifera* aus Nordafrika liefert das offizinelle *Euphorbium.* Zur Unterscheidung der krautigen Arten liefern die Drüsenanhänge der Blütenhülle in ihren verschiedenen Formen gute Merkmale.

Von fossilen Euphorbiaceae hat Conwentz aus dem oligocänen Tertiär des Bernsteins eine Blüte beschrieben, die er *Antidesma Maximowiczii* nannte.

Morphologie. Die Tracht der Euphorbiaceae ist sehr mannigfach; neben unseren bekannten *Euphorbia*formen gibt es auch eine ganze Anzahl niederliegender Kräuter mit gegenständigen Blättern; bei den Arten, welche trockeneren Standorten angepasst sind, ist der ericoide Habitus nicht selten; die Reduktion kann sogar bis zum vollständigen Schwinden der Blätter gehen, so dass sie an *Ephedra* erinnern. Bei *Phyllanthus* erlangen gewisse Arten das Aussehen von *Mimosa,* indem die letzten Zweige dichtgestellte, 2zeilige Blattsysteme erhalten, welche im Aeusseren Fiederblätter nachahmen; andere Arten zeigen eine blattartige Verbreiterung der Zweige (*Phyllocladien*) wie *P. Epiphyllanthus.* Die kaktusähnlichen Formen werden durch beträchtliche Entwickelung der Blattpolster höckerig mit regelmässiger Reihenbildung der Höcker; die hier vorkommenden Stacheln sind Stipularbildungen, wie man an üppigen Trieben von *E. abyssinica* gut sehen kann. Gewöhnlich sind die Blätter ganz, doch finden sich auch gelappte, ja selbst tief fingerteilige Spreiten; die ersteren haben zuweilen eine schildförmige Anheftung. Die Nebenblätter sind nicht immer vorhanden, oder fallen leicht ab; bei einzelnen *Croton*arten (*C. ciliato-glandulosus*) sind sie zerschlitzt und mit drüsigen Köpfchen versehen. Die Bekleidung ist nicht selten aus Büschel- und Sternhaaren gebildet, auch sehr mannigfaltig gestaltete Schuppen kommen vor und vermitteln ein äusseres Ansehen, das mit dem gewisser *Malvales* volle Uebereinstimmung zeigt. In anatomischer Beziehung herrscht eine grosse Mannigfaltigkeit: Sklerenchym ist bei vielen *Platylobeae* entwickelt, dergestalt, dass es mit den Bastbelegen zu-

weilen ringförmig zusammenschliesst; es fehlt den *Stenolobeae* stets. Das innere Leptom ist ebenfalls sehr verschieden mächtig entwickelt, niemals ist er bei den *Phyllanthoideae* wahrnehmbar, während er bei *Alchornea* in das Mark vorspringende Leisten bildet, die selbst Bastfasern enthalten. Die Milchröhren sind nicht allen Euphorbiaceae eigentümlich, sie werden z. B. bei den *Phyllanthoideae* völlig vermisst, dagegen sind viele *Crotonoideae* im Besitze derselben. Sie sind entweder deutlich durch Querwände gegliedert (*Acalypheae*, *Aleurites*) oder die Querwände werden resorbiert und sie sehen dann oft wie ungegliederte Röhren aus. Auch Gerbstoffschläuche sind nicht selten vorhanden.

Die Blütenstände sind ausserordentlich mannigfach aufgebaut; neben den einfachen Trauben mancher *Croton*arten sind sehr häufig cymöse Verbände, wenigstens in den letzten Ausgliederungen. Zuweilen herrscht ein grosser Unterschied zwischen den männlichen und weiblichen Inflorescenzen, indem jene reichgegliederte Verzweigung, diese Einzelblüten darstellen. Besonders bemerkenswert ist in dieser Hinsicht die Gattung *Euphorbia* (Fig. 156). Hier läuft

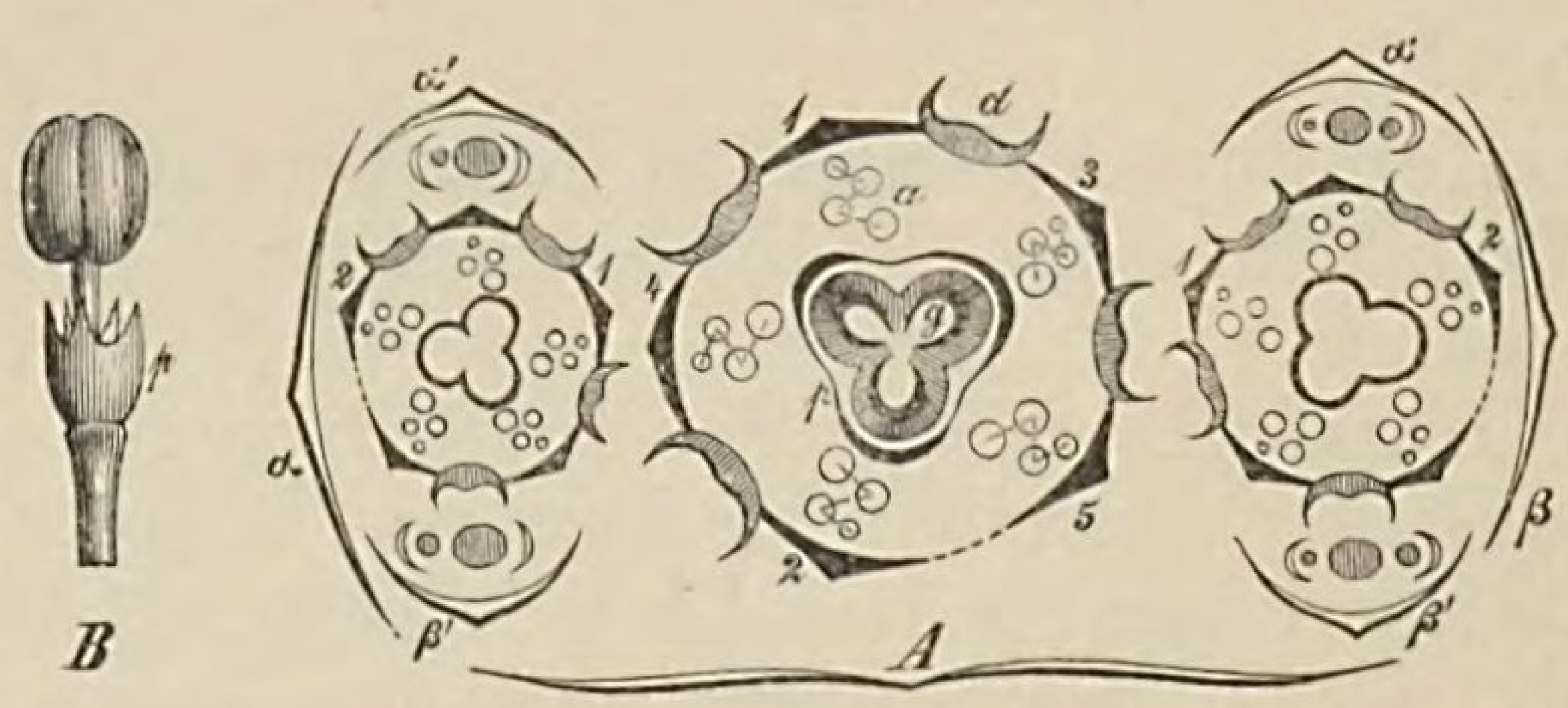


Fig. 156. *Euphorbia Peplus*, Diagramm eines Blütenstandes mit 3 ausgeführten Cyathien. *A* Deckblatt; *α β α' β'* Vorblätter, die wieder zu Deckblättern der Sprosse höherer Ordnung werden; *1—5* Zipfel der Hüllen; *d* halbmondförmige Drüsen; *α* die im Zickzack aufgestellten Staubgefässe bez. monandrischen, männlichen Blüten; *p* der Fruchtknoten bez. die weibliche Blüte; *B* Staubblatt von Anthostema mit einer becherförmigen Hülle (nach Luerssen).

die Achse, nachdem sie doldig genäherte Seitenstrahlen in mehr oder minder hoher Zahl, die von Deckblättern gestützt sind (Pleiochasien), hervorgebracht hat, in ein Gebilde aus, das von französischen Botanikern für eine polyandrische Zwitterblüte, von den Deutschen und Engländern für einen Blütenstand angesehen wird (Cyathium). Es wird umgeben von einer glocken- oder kreiselförmigen, 4—5zipfligen Hülle; zwischen diesen Zipfeln sitzen gewöhnlich halbmondförmige, aber auch pantoffelartig geformte oder elliptische Drüsen mit oder ohne besondere Anhängsel, meist sind sie in der Vierzahl vorhanden, zuweilen aber auch zu fünf oder einzeln. Die Stellung der Zipfel entspricht ungefähr derjenigen eines Kelches nach der *Tribulus*stellung, so dass der unpaare Zipfel nach vorn fällt. Innerhalb der Hülle befinden sich 5 Reihen zickzackförmig angeordneter Staubblätter, die am Grunde zuweilen von Schüppchen gestützt sind. Der Faden ist gegliedert und trägt eine 2knöpfige Anthere. Die Mitte der Hülle wird eingenommen von einem ge-

stielten Fruchtknoten, unter dem sich zuweilen 3 Schüppchen befinden. Auf Grund der Begleitschuppen der Staubblätter und der Gliederung derselben, sowie deswegen, weil bei der Gattung *Anthostema* ein becherartiges, mehrzähniges Gebilde vorkommt, dessen Homologon auch in der Form eines Schüppchens bei *Euphorbia*, wenn auch sehr selten, zu beobachten ist, hat man die Staubblätter für monandrische männliche Blüten, den Fruchtknoten aber für eine weibliche Blüte erklärt, und somit das Cyathium als einen doldigen Blütenstand (Pleiochasium) aufgefasst, der aus 5 absteigenden Wickeln von männlichen Blüten und aus einer weiblichen Gipfelblüte zusammengesetzt wird.

Bei *Endospermum formicarum* von den Molukken und Kaiser Wilhelmsland sind die dicken Zweige hohl und werden von Ameisen bewohnt.

Die Schauapparate der Euphorbiaceae zur Anlockung der Insekten sind verschiedener Bildung. Manche derselben, wie die *Jatropha*arten, haben sehr lebhaft rot und gelb gefärbte Blumenkronen. Einzelne *Euphorbien*, z. B. *E. fulgens*, besitzen rote, blumenblattähnlich gefärbte Drüsen an den Cyathien, bei *E. xalapensis* sind sie dagegen weiss. *E. splendens* dagegen, die häufig in Töpfen kultiviert wird, hat wie *Dalechampsia Roezliana* lebhaft rot gefärbte Bracteen und *E. ariensis* blumenblattartige, aber weiss gefärbte Deckblätter. Durch einen vielblättrigen Kranz scharlachroter Hochblätter ist der Blütenstand von *E. pulcherrima* sehr sinnfällig. Alle diese Vorrichtungen deuten darauf hin, dass die Uebertragung des Blütenstaubes durch Insekten vermittelt wird.

136. Familie. Callitrichaceae.

Die Blüten sind getrenntgeschlechtlich, 1häusig, nackt, aber oft von 2 sackartigen Vorblättern begleitet. Die Staubblätter sind einzeln, terminal. Der Fruchtknoten wird aus 2 transversalen Fruchtblättern gebildet und jedes Fach ist durch eine falsche Scheidewand nochmals geteilt; in jeder Abteilung befindet sich eine hängende, gewendete Samenanlage. Die Frucht zerfällt schliesslich in 4 Steinfrüchtchen. Der Same umschliesst einen zentralen Keimling in fleischigem, reichlichem Nährgewebe. — Einjährige oder ausdauernde, schwimmende oder untergetauchte, auch nach dem Austrocknen der Gewässer auf dem feuchten Boden gedeihende Kräuter mit kreuzgegenständigen, an der Spitze oft rosettig gedrängten Blättern, in deren Achseln die einzelnen oder, durch eine unterständige Beiknospe bedingt, gepaarten Blüten sitzen.

Die einzige Gattung *Callitriche* findet sich bis auf Zentralafrika über die ganze Erde zerstreut. Die Arten der Gruppe *Eucallitriche* bleiben über Wasser, hieher gehört *C. verna* (*Wasserstern*), die in der ganzen nördlich gemässigten Zone wächst. *Pseudocallitriche* entwickelt die Blüten unter Wasser, *C. autumnalis* teilt mit jener das Vorkommen, wächst aber in tieferen Landseeen.

17. Reihe. Sapindales.

Sie unterscheidet sich hauptsächlich dadurch von der vorigen, dass die hängenden Samenanlagen eine dorsale Raphe besitzen; sind sie aufsteigend, dann ist die Raphe ventral.

137. Familie. Buxaceae.

Die Blüten sind strahlig, getrenntgeschlechtlich durch Fehlschlag des einen Geschlechtes und mit einer einfachen Blütenhülle versehen. Staubblätter sind 4 bis viele vorhanden. Der Fruchtknoten besteht meist aus 3 verbundenen Fruchtblättern mit je 2 Samenanlagen oder einer einzelnen. Die Frucht ist kapsel- oder steinfruchtartig; der Keimling liegt in Nährgewebe. — Holzgewächse mit immergrünen, nebenblattlosen Blättern und einzelnen oder in Trauben gestellten Blüten.

Buxus sempervirens, der *Buchsbaum*, wird häufig in Gärten kultiviert, eine Zwergform dient allgemein zu Einfassungen von Beeten; das gelbe Holz findet vorzüglich zu Stöcken in der Holzschneidekunst Verwendung; er wächst in West- und Südeuropa und Kaukasien, von letzterer Lokalität kommt das beste Holz.

138. Familie. Empetraceae.

Die Blüten sind eingeschlechtlich, 1- oder 2häusig mit Resten des zweiten Geschlechtes, 2—3zählig und strahlig mit Kelch und Krone. Der Fruchtknoten ist 2—3- oder 6—9zählig; in jedem Fache befindet sich eine einzelne, aufrechte, gewendete Samenanlage. Die Frucht ist steinfruchtartig. Der Same umschliesst in einem reichlichen Nährgewebe den zentralen Keimling. — Niedrige Sträucher von ericoider Tracht mit kleinen, spiralgestellten, unterseits 2furchigen Blättern. Blüten mit 2 Vorblättern in Köpfchen.

Empetrum nigrum (*Krähenbeere*) mit typisch schwarzen, aber auch roten Beeren, ist circumpolar weit verbreitet; bei uns kommt sie in den Küstengegenden und auf den Gebirgen vor; auch in Südamerika ist sie vorhanden und bewohnt dort noch die Gegenden um die Magalhaensstrasse.

Die als *Dermatophyllites* beschriebenen fossilen kleinen Blätter aus dem Bernstein hat man mit *Empetrum* verglichen, von Conwentz sind sie zu *Hibbertia* gestellt worden. Da eine ganze Reihe von Pflanzen (darunter auch Rubiaceae) ähnliche Phyllome besitzen, so ist die Stellung dieser Objekte noch zweifelhaft.

Morphologie. Besondere Aufmerksamkeit verdienen die auch bei anderen ericoiden Pflanzen vorkommenden Längsfurchen auf der Rückseite der Blätter, die mit einfachen Haaren ausgestopft und mit Köpfchenhaaren versehen sind.

139. Familie. Coriariaceae.

Die Blüten sind zwittrig oder getrenntgeschlechtlich, strahlig, 5gliedrig mit diplostemonem Androeceum und 5—8gliedrigem Gynaeceum; in jedem Fruchtblatte befindet sich eine hängende Samenanlage. Die Früchte zerfallen in Kokken. Eine einzige Gattung, die von Ostasien über Neu-Guinea bis Neu-Seeland verbreitet ist; nur *Coriaria myrtifolia* ist ein Strauch des Mittelmeergebietes.

140. Familie. Cyrillaceae.

Eine kleine, amerikanische, nur 3 Gattungen umfassende Familie mit zwittrigen, kleinen, traubigen Blüten.

141. Familie. Limnanthaceae.

Die Blüten sind zwittrig, 5-(3)gliedrig, strahlig mit doppelter, in Kelch und Krone geschiedener Blütenhülle, diplostemonem Androeceum und Fruchtblättern, die eine aufsteigende Samenanlage umschliessen. — Einjährige Kräuter mit spiralig gestellten, nebenblattlosen Blättern und achselständigen Einzelblüten, die ausschliesslich Nordamerika bewohnen.

Limnanthes Douglasii mit hübschen, weissen Blüten wird in Gärten als Sommerblume gezogen.

Morphologie. Das Diagramm ist deswegen von Bedeutung, weil die Karpiden in Berührung mit den grossen, nach innen gestellten Kronstaubgefässanlagen zwischen diese, also episepal zu stehen kommen; da auf diese Weise eine reguläre Alternanz in den Blütencyklen erzeugt wird, so hat man diese Anordnung als eine typische betrachtet und von ihr die anderen obdiplostemonen Blüten, bei denen die Karpiden epipetal stehen, abgeleitet.

142. Familie. Anacardiaceae.

Die Blüten sind zwittrig oder durch Fehlschlag mehr oder minder deutlich getrenntgeschlechtlich mit einfacher oder in Kelch und Krone gesonderter Blütenhülle. Die Staubblätter stehen in einfachem oder doppeltem Kreise, zuweilen sind mehr vorhanden, zuweilen schlagen einige fehl. Der Fruchtknoten ist ober- oder unterständig und wird aus gewöhnlich weniger als 5 Fruchtblättern mit je einer hängenden oder aufrechten, gewendeten Samenanlage zusammengesetzt. Die Frucht ist steinfruchtartig, mit Harzgängen im Mesokarp. Der Keimling ist oft gekrümmt, das Nährgewebe fehlt. — Holzgewächse mit spiralig gestellten, einfachen oder unpaarig gefiederten, nebenblattlosen Blättern und kleinen zu Rispen vereinten Blüten. In allen Teilen Gerbstoffschläuche und schizogene Harzgänge.

Die *Mangifereae* haben freie, zuweilen einzelne Fruchtblätter, die nicht selten auf einem Gynophor stehen; die Blätter sind einfach: *Mangifera indica*, die *Mango*, mit einzelnen Fruchtblättern; ihre Frucht ist eine der schmackhaftesten Obstsorten der Tropen; *Anacardium occidentale* gibt eine Sorte der *Elefantenläuse*, die ein sehr scharfes Harz enthalten; der fleischig anschwellende Stiel der Frucht wird gegessen (*Acajou*); es ist in Südamerika heimisch und jetzt im tropischen Afrika verwildert.

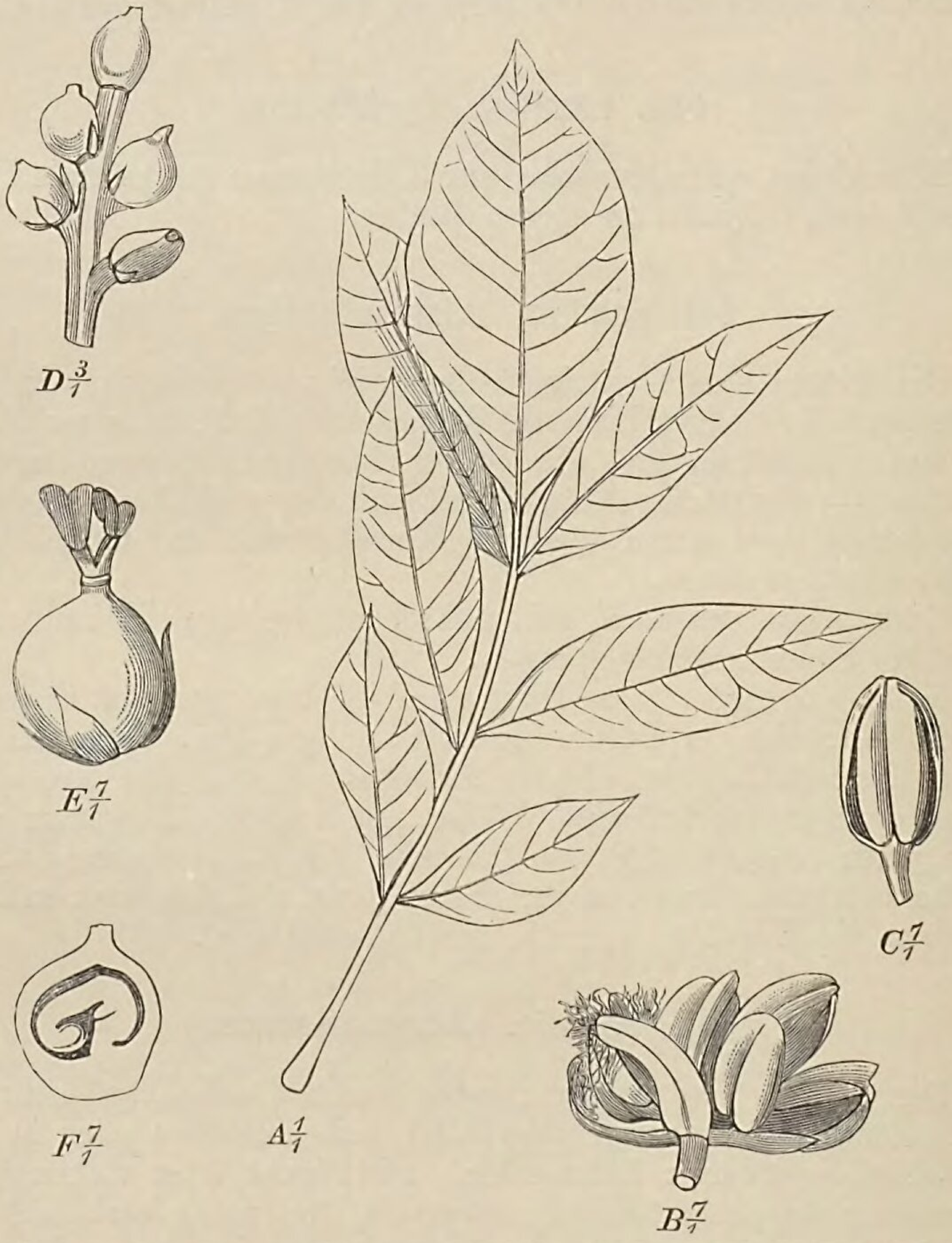


Fig. 157. *Pistacia Terebinthus.* *A* Blatt; *B* männliche Blüte; *C* Staubblatt; *D* Fruchtstand; *E* Frucht; *F* dieselbe im Längsschnitte (nach KOEHNE).

Die *Spondieae* haben verwachsene Fruchtblätter und meist gefiederte Blätter: *Spondias purpurea* aus dem tropischen Amerika gibt die essbare *Mombinpflaume*; *Sp. dulcis* wird in Polynesien kultiviert.

Die *Rhoideae* haben meist 3blättrigen Fruchtknoten mit einem fertilen Fache: *Pistacia vera* liefert die grünen *Pistazien*, *P. Terebinthus* (Fig. 157) gerbstoffhaltige Gallen und *P. Lentiscus* das

Mastixharz, das gekaut wird, alle drei gehören dem Mittelmeergebiete an. *Cotyinus Coggygia,* der *Perückenstrauch* wird in Gärten kultiviert, sehr eigentümlich sind bei ihm die behaarten, unfruchtbaren Inflorescenzachsen; *Rhus typhina,* der *Essigbaum* wird wegen der prachtvoll roten Herbstfärbung des Laubes häufig in Baumanlagen gepflanzt; *Rhus Toxicodendron,* der *Giftsumach* aus Nordostasien und Nordamerika und *Rh. vernicifera* aus Japan sind sehr giftig; die letztere liefert den berühmten japanischen Lack; die Früchte von *Rh. succedanea* sind mit Wachs überzogen, das abgesotten die *Cera japonica* gibt.

Die *Semecarpeae* haben einen unterständigen Fruchtknoten: *Semecarpus Anacardium* liefert die zweite Art der *Elefantenläuse*, die orientalischen, und einen Firnis.

143. Familie. Celastraceae.

Die Blüten sind zwittrig, strahlig, 4—5gliedrig, und haben eine doppelte, in Kelch und Krone geschiedene Blütenhülle. Die Staubblätter stehen in einfachem Kreise am Rande des Discus befestigt. Die Fruchtblätter umschliessen meist 2 (1 bis viele) aufsteigende Samenanlagen. Die Früchte sind kapsel- oder beerenartig und die Samen meist von einem Arillus umhüllt. — Holzgewächse mit kreuzgegenständigen oder spiralig gestellten Blättern, zuweilen mit abfälligen Nebenblättern; Blüten klein, grünlich in Cymen.

Euonymus europaeus (*Pfaffenhütchen*) mit roten, etwas fleischigen Kapseln, orangerotem Arillus und grünem Keimlinge ist in Wäldern nicht selten; *Catha edulis* in Arabien und Ostafrika gibt den *Kat-Thee.*

144. Familie. Aquifoliaceae.

Die Blüten sind zwittrig oder meist getrenntgeschlechtlich, strahlig, 4—8gliedrig, mit doppelter, in Kelch und Krone geschiedener Blütenhülle; die Blumenblätter sind oft am Grunde verbunden. Samenanlagen befinden sich 1—2 in jedem Fache; sie sind hängend. Die Steinfrucht umschliesst 4—8 Steine. — Holzgewächse mit spiralig gestellten, nebenblattlosen, oft immergrünen Blättern; Blüten klein, in cymös ausgehenden, kreuzgegenständigen Rispen.

Die Gattung *Ilex* ist mit Ausnahme der kalten Gegenden über die ganze Erde verbreitet. *Ilex Aquifolium, Stechpalme,* wächst an den Küsten des nördlichen und westlichen Europas; im Binnenlande findet sie sich auch auf den Alpen. Verschiedene Arten aus dem südlichen Brasilien und aus Argentina, z. B. *I. paraguariensis, I. Bonplandiana,* liefern *Mate,* ein Theïn enthaltendes, anregendes Getränk, das in grossen Mengen konsumiert wird; diese haben immergrüne, lederartige Blätter, während in Nordamerika viele Arten mit abfälligem Laube vorkommen (Sektion *Prinus*), von denen *I. verticillata* (Fig. 158) in Parkanlagen kultiviert wird.

145. Familie. Stackhousiaceae.

Umfasst nur eine Gattung, die von Australien bis zu den Philippinen verbreitet ist.

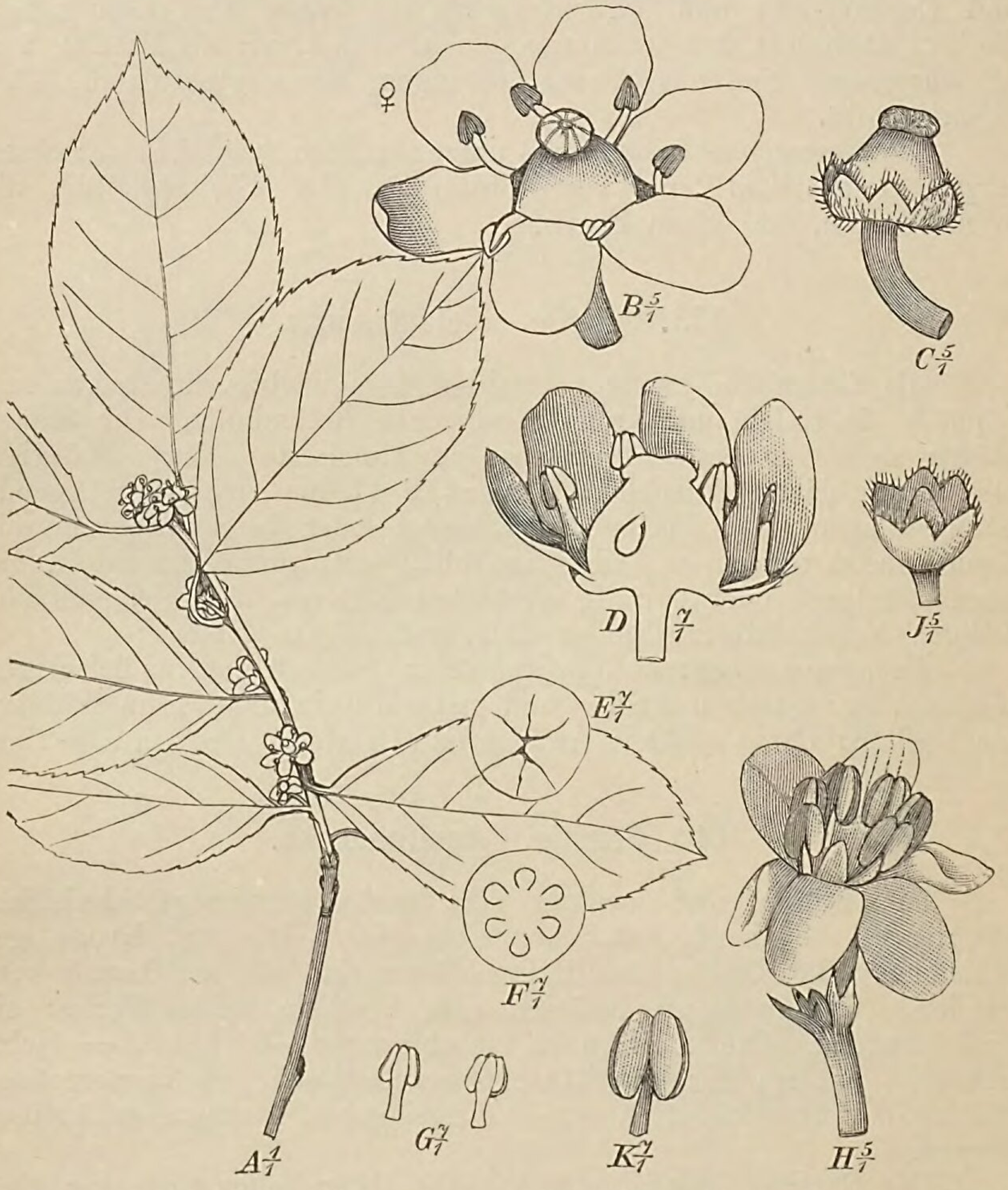


Fig. 158. *Ilex verticillata.* *A* Blütenzweig; *B* weibliche Blüte; *C* dieselbe ohne Blumenblätter; *D* dieselbe im Längsschnitte; *E, F* Querschnitte durch den Fruchtknoten; *G* Staminodien; *H* männliche Blüte; *J* dieselbe ohne Blumenblätter mit dem Stempelrudimente; *K* fruchtbares Staubblatt (nach Koehne).

146. Familie. Hippocrateaceae.

Sie ist besonders durch ihr meist 3gliedriges Androeceum bemerkenswert. — Die 2 wichtigsten Gattungen *Hippocratea* und *Salacia* sind schlingende Sträucher, die hauptsächlich in den Tropen

vorkommen; einige stellen durch reizbare Zweige kletternde und hoch aufsteigende Lianen dar.

147. Familie. Icacinaceae.

Sie gehört ebenfalls den Tropen fast ausschliesslich an; der Fruchtknoten umschliesst gewöhnlich 2 hängende Samenanlagen. Von *Villaresia Congonha* wird ebenfalls *Mate* (in Brasilien *Congonha*) gewonnen.

148. Familie. Staphylaeaceae.

Sie ist eine nur aus wenigen Gattungen gebildete Familie, von denen allein *Staphylaea* mit *S. pinnata* (*Pimpernuss*) bei uns in Deutschland vorkommt. Die letztere ist ein Strauch mit gefiederten Blättern und einer häutigen, aufgeblasenen, 2- bis 3lappigen Kapsel. Die Samen sind gelbbraun, sehr glatt und glänzend.

149. Familie. Aceraceae.

Die Blüten sind zwittrig oder getrenntgeschlechtlich, strahlig mit scheibenförmiger oder vertiefter Blütenachse und doppelter, in Kelch und Krone gesonderter Hülle. Staubblätter sind meist 8 vorhanden, Fruchtblätter gewöhnlich 2 mit je 2 fast geradläufigen Samenanlagen. Die Schliessfrüchte zerfallen in 2 einsamige, geflügelte Teilfrüchte. — Holzgewächse mit kreuzgegenständigen, nebenblattlosen, ganzen, gelappten oder gefiederten Blättern und rispig oder doldig gestellten Blüten.

Nur eine Gattung *Acer,* die gegenwärtig über die ganze nördlich gemässigte Zone verbreitet ist. Bei uns wächst *A. Pseudoplatanus* mit hängenden, *A. platanoides* (*Spitzahorn*) (Fig. 159) mit aufrechten Blütenständen; *A. saccharinum* aus Nordamerika liefert Zucker, es wird, fast häufiger aber noch *A. Negundo* aus Nordamerika, mit gefiederten Blättern in Parkanlagen und als Alleebaum gezogen.

M o r p h o l o g i e. Als Typus der Aceraceenblüte wird das Verhältnis angesehen, das Gipfelblüten von *A. Pseudoplatanus* zuweilen zeigen: in den 5- oder 6gliedrigen Blüten finden sich 2 Staubblattkreise, die über Kelch und Krone stehen. Die Seitenblüten haben in den meisten Fällen einen Fehlschlag im Androeceum um 2 Glieder erfahren, und zwar befinden sich die leeren Orte vor den Kanten des Fruchtknotens. Bei *A. dasycarpum* mit einfacher Blütenhülle stehen die Staubblätter in einem Kreise über den Gliedern derselben. Deckblätter sind häufig nicht deutlich entwickelt, scheinen aber, wenigstens in der Form eines Kragens, immer angelegt zu werden. Die Kelchstellung ist inkonstant, häufig fällt ein unpaarer Lappen genau nach vorn oder nur wenig seitwärts.

Die U e b e r t r a g u n g des Blütenstaubes wird von Insekten übernommen, der fleischige Discus scheidet reichlich Honig aus; die meist grün oder gelblichgrün gefärbten Blüten duften sehr stark nach Honig.

Die Gattung *Acer* ist schon im älteren Tertiär reichlich entwickelt. Ausser zahlreichen Früchten und Blättern aus dem Miocän (z. B. von *A. trilobatum*) sind im Bernstein von 5 Arten Blüten gefunden worden (z. B. von *Acer Schumannii*).

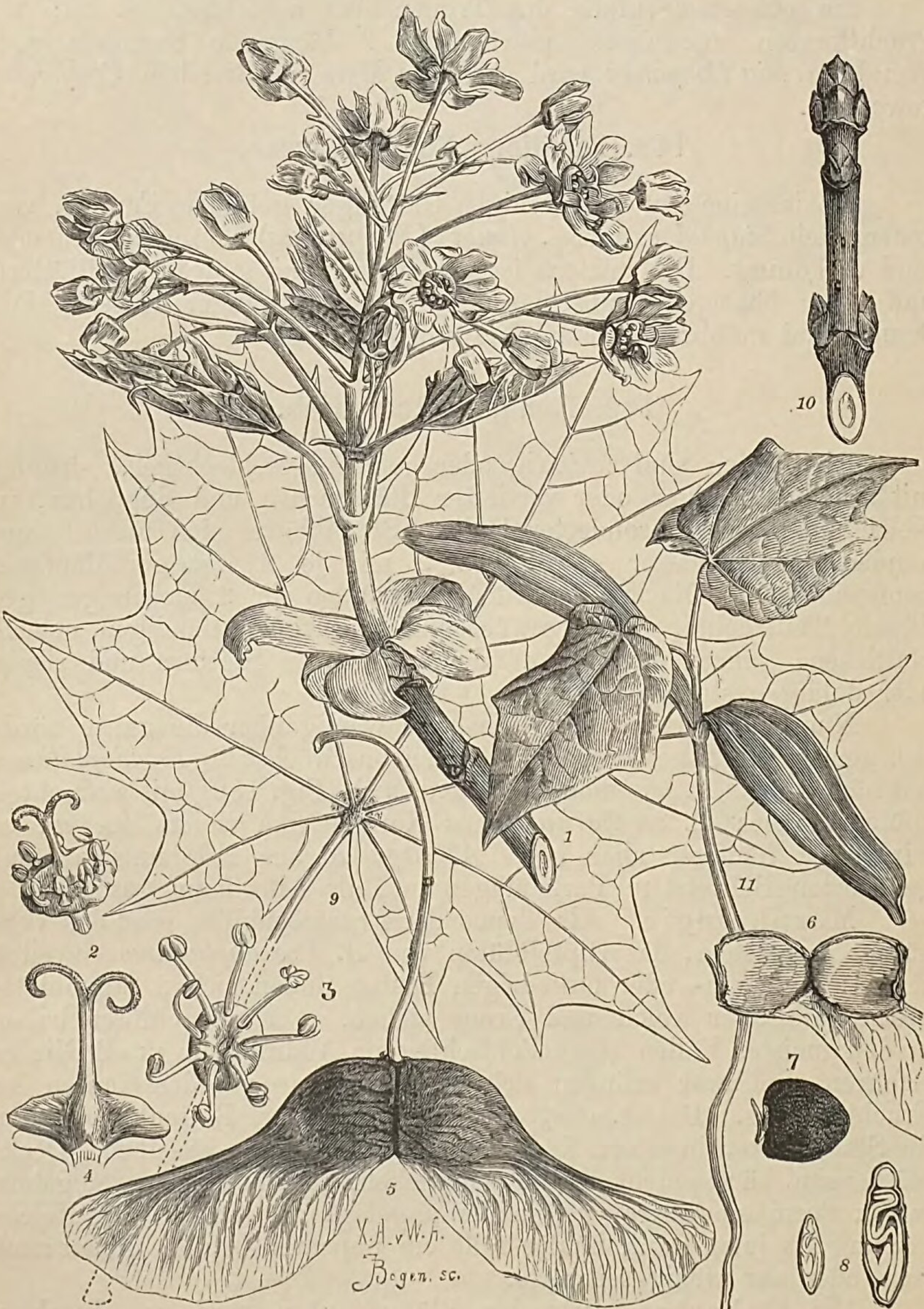


Fig. 159. *Acer platanoides.* *1* Blühender Zweig; *2* fruchtbare Zwitterblüte nach Entfernung von Kelch und Blumenblättern; *3* männliche Blüte ebenso; *4* Stempel; *5* Frucht; *6* Teilfrucht, geöffnet; *7* Same; *8* Längsschnitt durch denselben; *9* Blatt; *10* Knospen; *11* Keimung (nach Willkomm).

150. Familie. Hippocastanaceae.

Die Blüten sind zwittrig oder getrenntgeschlechtlich, meist 5gliedrig, schräg zygomorph mit doppelter, in Kelch und Krone geschiedener Hülle. Staubblätter sind 5—8 vorhanden. Der Fruchtknoten ist 3fächrig mit 2 Samenanlagen in jedem Fache. Die Kapsel ist etwas fleischig und enthält meist nur einen Samen; der Keimling hat dicke Keimblätter, das Nährgewebe fehlt. — Holzgewächse mit kreuzgegenständigen, gefingerten, nebenblattlosen Blättern; die ziemlich grossen Blüten in aufrechten, reichblütigen Rispen.

Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie, mit stacheligen Früchten ist bei uns gegenwärtig allgemein verbreitet; sie stammt aus Nordgriechenland. *A. rubra* und *A. lutea* mit unbewehrten Kapseln, roten und gelben Blüten werden ebenfalls häufig angepflanzt; sie sind aus Nordamerika zu uns gebracht worden; Bastarde sind in der Gattung bekannt.

Morphologie. Von einem theoretisch in 2 Kreisen stehenden, 10gliedrigen Androeceum nimmt Eichler den Fehlschlag dreier episepaler Staubblätter an, die ihren Platz auf der Oberseite der zygomorphen Blüte hatten. Das häufig fehlende untere unpaare Blumenblatt ist der Anlage nach stets vorhanden.

Die Pollenübertragung geschieht durch Insekten.

151. Familie. Sapindaceae.

Die Blüten sind zwittrig oder getrenntgeschlechtlich, 5gliedrig, meist schräg zygomorph mit extrastaminalem, gewöhnlich einseitigem Discus und doppelter, in Kelch und Krone gesonderter Hülle; von den Blumenblättern, die häufig innenseits ein Schüppchen tragen, schlagen manchmal 2 fehl. Staubblätter sind meist 8 vorhanden. Der Fruchtknoten ist meist 3fächrig und jedes Fach enthält eine Samenanlage. Die Frucht ist häufig kapselartig mit fachteiliger Dehiscenz oder eine Stein- oder eine Spaltfrucht. Der Same ist oft von einem Arillus umhüllt, der Keimling gekrümmt, das Nährgewebe fehlt. — Meist Holzgewächse mit einfachen oder gefiederten Blättern; Sekretzellen sind häufig.

Die *Eusapindaceae* enthalten in jedem Fache des Fruchtknotens eine Samenanlage. — Die *Paullinieae* sind mit Ranken kletternde Gewächse; die unpaarig gefiederten Blätter sind mit Nebenblättern versehen. *Paullinia* ist hauptsächlich (mit mehr als 100 Arten) in Südamerika verbreitet: *P. sorbilis* liefert die *Pasta Guarana* aus den Samen, die wie Kaffee genossen wird und ähnliche Wirkungen hat. *Cardiospermum Halicacabum* mit häutigen, aufgeblasenen Kapseln ist ein weit verbreitetes Tropenunkraut. — Die *Sapindeae* haben einfache oder paarig gefiederte Blätter und nicht aufspringende Früchte; ein Arillus ist nicht vorhanden: *Sapindus saponarius,* der *Seifenbaum,* hat Früchte, die zerquetscht mit Wasser wie Seife schäumen und

zum Waschen gebraucht werden. Die *Nephelieae* unterscheiden sich von der vorigen Gruppe durch arillate Samen; der Arillus von *Nephelium Litchi* aus Ostasien schmeckt gewürzhaft und wird gern gegessen.

Die *Dyssapindaceae* haben in jedem Fruchtknotenfache 2 und mehr Samenanlagen; Nebenblätter und Ranken fehlen. — Die *Koelreuterieae* besitzen aufgeblasene Kapselfrüchte: *Koelreuteria panniculata* aus China wird in Südeuropa im Freien, bei uns in Gewächshäusern häufig kultiviert. Die *Dodonaeeae* mit gelappten oder geflügelten Kapseln sind besonders in Australien entwickelt: *Dodonaea viscosa* findet sich aber überall in den Tropen.

152. Familie. Melianthaceae.

Sie umfassen nur in den wärmeren Klimaten verbreitete Gattungen mit wenigen Arten, die durch ansehnliche, zygomorphe Blüten und unpaarig gefiederte Blätter ausgezeichnet sind.

Melianthus major vom Kap wird bei uns während des Sommers im Freien als Zierpflanze kultiviert.

153. Familie. Sabiaceae.

Sie enthalten in wenigen Gattungen nur tropische Pflanzen.

Die Gattung *Sabia* ist bemerkenswert, weil sie Blüten besitzt, bei denen die Staubblätter den Blumenblättern nahezu gegenüberstehen. Die Untersuchungen über dies Verhältnis sind noch ungenügend, doch scheinen 2 Blumenblattkreise und die Staubgefässe spiral angelegt zu werden, wodurch die Anreihung erklärlich würde.

154. Familie. Balsaminaceae.

Die Blüten sind zwittrig, zygomorph mit doppelter, in Kelch und Krone geschiedener Hülle. Der Kelch ist 3- oder 5blättrig, Blumenblätter sind 5, Staubblätter und Fruchtblätter ebensoviele vorhanden; der Fruchtknoten umschliesst in jedem Fache sehr viele Samenanlagen. Die etwas saftige Kapsel springt elastisch auf. — Kräuter mit saftigen, an den Knoten oft angeschwollenen Stengeln und spiralig gestellten Blättern; die oft ansehnlichen, gespornten Blüten sind traubig geordnet.

Impatiens noli tangere mit ansehnlichen, gelben Blüten ist bei uns in feuchten Laubwäldern häufig; *I. parviflora* aus der Mongolei ist gegenwärtig in Europa weit verbreitet; *I. glanduligera* mit schönen, roten Blüten wurde als Bienennahrung zum Anbau empfohlen; *I. Balsamina,* die *Balsamine,* aus Ostindien ist eine uralte, 1jährige Topfpflanze.

Morphologie. Während bei unserer *Impatiens noli tangere* der Kelch nur aus 3 Blättern besteht, zeigt *I. glanduligera* eine durchaus 5gliedrige Blüte, indem noch 2 kleine Blättchen innerhalb

der vorderen Petalen hinzukommen; in der Tribus *Hydrocera* sind diese grösser und den übrigen ähnlich. Von den Blumenblättern verwachsen je 2 Paare häufig miteinander. Man führt jetzt die Blüten gewöhnlich auf den Typus von *Primula* zurück, welcher wie *Impatiens* die Vorblätter fehlen. Die Kelchblätter haben zwar dieselbe Aufstellung wie bei dem gewöhnlichen Dikotyledonentypus, nämlich das unpaare Glied nach rückwärts gewendet; während es aber sonst theoretisch das zweite ist, wird es bei *Primula* und *Impatiens* als das vierte angesehen. Bei *Impatiens* ist dieses Kelchblatt sehr vergrössert und von der Form einer Zipfelmütze. Während sich die Blüte entwickelt, macht diese aber eine Wendung (Resupination), so dass das vergrösserte Kelchblatt nach unten fällt. Die grossen Blüten bringen bei einzelnen Arten, z. B. auch bei unserer *I. noli tangere,* niemals Früchte; diese resultieren nur aus kleineren Blüten mit verkleinerten, niemals sich öffnenden Blumenblättern (kleistogame Blüten).

18. Reihe. Rhamnales.

Blüten strahlig, cyklisch mit doppelter, in Kelch und Krone gesonderter Hülle, von denen die letztere zuweilen fehlschlägt. Staubblätter in einfachem Kreise vor den Blumenblättern. Samenanlagen 1—2 für jedes Fach, aufsteigend, mit dorsaler Raphe.

155. Familie. Rhamnaceae.

Die Blüten sind 5—4gliedrig mit kleinen oder fehlenden Blumenblättern, nicht selten durch Fehlschlag getrenntgeschlechtlich. Die Kelchblätter decken klappig. Der Fruchtknoten besteht aus 2—5 Blättern. Die Frucht ist kapsel- oder steinfruchtartig mit einsamigen Fächern; der Keimling ist gross und gerade. — Holzgewächse, oft kletternd mit spiral gestellten, seltener kreuzgegenständigen, einfachen, häufig deutlich 3- oder 5nervigen Blättern mit kleinen Nebenblättern; die oft unansehnlichen, grünlichen Blüten in kleinen, achselständigen Cymen.

Die *Rhamneae* haben oberständigen Fruchtknoten und Früchte mit 3 Steinkernen: *Rhamnus cathartica,* der *Kreuzdorn,* mit kreuzgegenständigen, gesägten Blättern, liefert die abführenden *Baccae spinae cervinae; Rhamnus Frangula* (Fig. 160) mit spiralgestellten, ganzrandigen Blättern gibt *Cortex Frangulae*; stärker noch als diese wirkt die Rinde der amerikanischen *R. Purshii* (*Cortex Sagrada*). Die *Gouanieae* sind Lianen mit unterständigem Fruchtknoten: *Gouania domingensis* findet sich in den Tropen beider Hemisphären.

Morphologie. Die Theorie erklärt die epipetale Stellung der Staubblätter durch Abort eines inneren Staubblattkreises, dessen Vorkommen zwar nirgends beobachtet worden ist, dessen Spuren aber manche Botaniker in Zipfeln des Discus erkennen. Die Stellung der Blüten ist, wie es scheint, konstant derart, dass das unpaare Kelchblatt (theoretisch das zweite) nach hinten fällt.

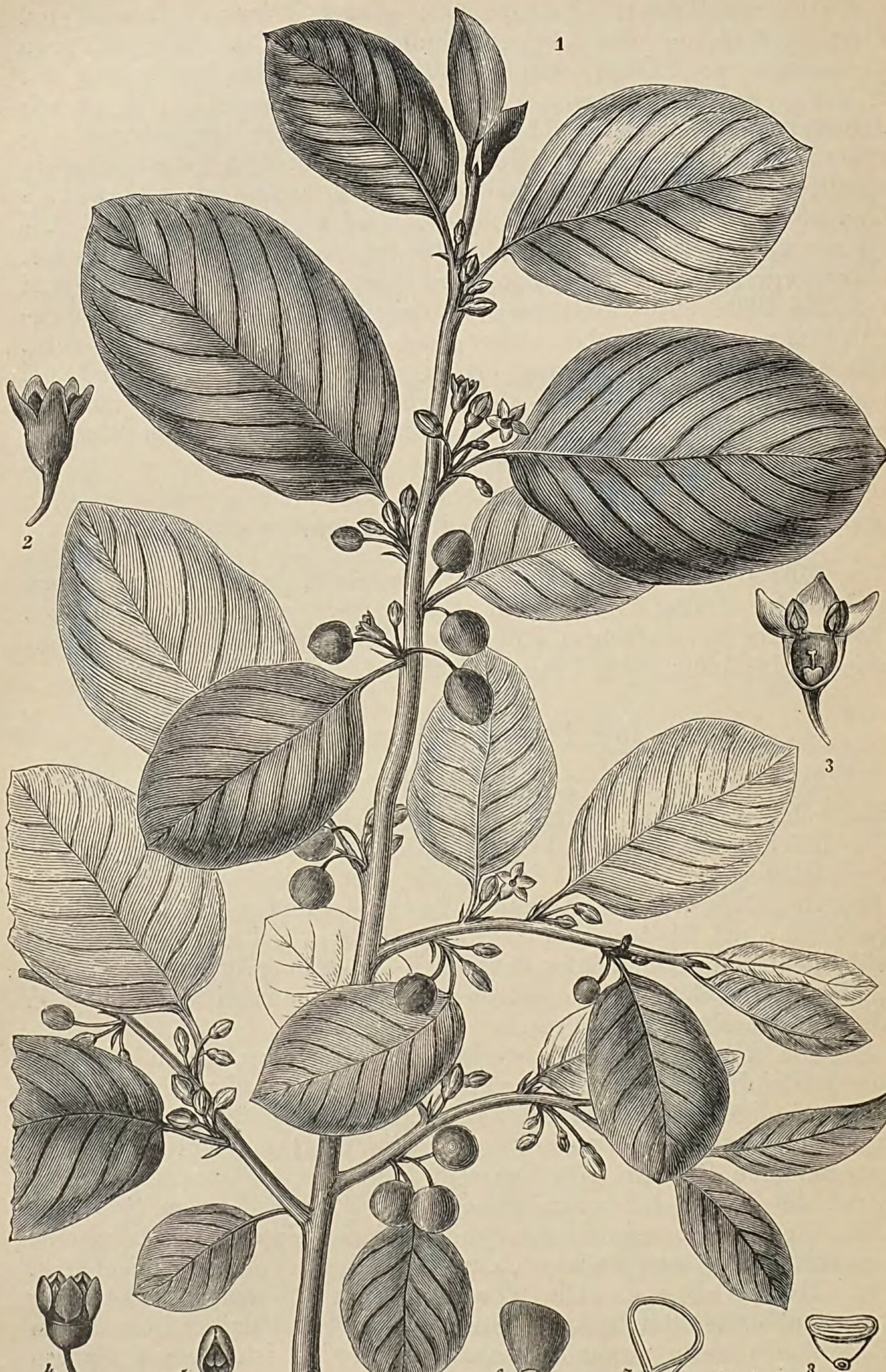


Fig. 160. *Rhamnus Frangula.* *1* Zweig mit Blüten und Früchten; *2* Blüte; *3* dieselbe im Längsschnitte; *4* dieselbe, die Kelchblätter sind entfernt; *5* Blumenblatt mit Staubblatt; *6* Steinkern; *7* u. *8* derselbe im Längs- und Querschnitte (nach WILLKOMM).

156. Familie. Vitaceae.

Die Blüten sind 4—5gliedrig, zwittrig oder durch Fehlschlag getrenntgeschlechtlich mit kleinen, offenen Kelchen und eingebogen klappigen, oft zusammenhängend abfallenden Blumenblättern. Der Fruchtknoten ist 2fächrig mit paarigen, vom Grunde aufsteigenden Samenanlagen in jedem Fache. Die Beerenfrüchte umschliessen wenige Samen mit knorpligem Nährgewebe. — Mit Hilfe von Ranken kletternde Sträucher mit wechselständigen Blättern und Nebenblättern.

Vitis vinifera, die *Weinrebe,* findet sich wild am Rhein, in Ostfrankreich, an der Donau und in Persien; neuerdings leidet sie sehr stark von der *Reblaus* (*Phylloxera vastatrix*), einer Wurzellaus, die man dadurch bekämpft, dass man die besseren Sorten auf die kräftigere *V. Labrusca* aus Nordamerika veredelt; *Ampelopsis quinquefolia* ist der als Laubenpflanze häufig kultivierte *„wilde Wein“*, ebenfalls aus Nordamerika.

Fossil ist *Vitis vinifera* nebst mehreren anderen Arten aus Frankreichs und Italiens jüngstem Tertiär bekannt.

Morphologie. Ueber das Diagramm gilt das bei den Rhamnaceae Gesagte. Die Ranken, mittels deren die Reben klettern, sind den Infloreszenzen homolog. Sie sind blattgegenständig und stellen den Abschluss einer relativen Hauptachse dar, während ein Fortsetzungsspross aus der Achsel des Blattes das Sympodium fortsetzt. Ranke und Achselprodukt halten sich in der ersten Anlage das Gleichgewicht, so dass beide durch Furchung aus einem gemeinsamen Vegetationskegel abgespalten werden, welcher einer Ellipsoidkappe gleicht; die Furche liegt senkrecht zur langen Achse der Querschnittsellipse. Das Sympodium ist meist völlig gerade gestreckt und sieht wie ein Monopodium mit extraxillären Ranken (bezw. Blütenständen) aus. Diese Langtriebe führen den Namen „Lotten“. In den Achseln der Lottenblätter entstehen Kurztriebe, „Geizen“. Da nun der Hauptkörper der Lotte schon aus Seitensprossen, aus den Laubblättern, aufgebaut wird, so sind die Geizen untere Beiknospen. Die letzteren beginnen mit einem quer gestellten oder schief nach vorn gerichteten Niederblatte, auf das mehrere Laubblätter mit ihnen gegenüberstehenden Ranken folgen; sie werden also ebenfalls Sympodien. Die Geizen bleiben meist kurz und sterben im Herbste ab. Aus der Achsel des ersten Niederblattes erscheint dann im nächsten Jahre wieder eine Lotte.

19. Reihe. Malvales.

Blüten cyklisch mit doppelter, in Kelch und Krone geschiedener Hülle, selten nackt, gewöhnlich strahlig. Kelch stets mit klappiger Knospenlage; Staubblätter meist viele, häufig in Bündeln oder sämtlich untereinander verwachsen. Fruchtknoten oberständig, aus mehreren Blättern verwachsen mit vielen Samenanlagen, oder viele Frucht-

blätter um ein Mittelsäulchen gruppiert mit einzelnen oder wenigen, gewendeten Samenanlagen.

157. Familie. Elaeocarpaceae.

Die Blüten sind strahlig, 4—5gliedrig, zwittrig oder durch Fehlschlag eingeschlechtlich, meist mit Rudimenten des zweiten Geschlechtes. Der Kelch ist frei- oder verwachsenblättrig; die Blumenblätter decken mit klappiger oder dachziegeliger, niemals gedrehter Knospenlage, zuweilen fehlen sie. Die Staubblätter sind sehr zahlreich, frei, gewöhnlich in Gruben des verdickten Blütenbodens eingelassen und springen meist mit endständigen Poren auf. Der Fruchtknoten ist 2- oder viel-, selten, besonders oben, 1fächrig mit vielen dem Innenwinkel der Fächer angehefteten, hängenden, gewendeten Samenanlagen. Die Frucht ist kapsel- oder steinfruchtartig, viel- oder durch Fehlschlag einsamig. Der Keimling liegt in einem reichlichen, fleischigen Nährgewebe. — Bäume oder Sträucher mit spiral gestellten, seltener kreuzgegenständigen, ganzen Blättern und Nebenblättern. Blüten in kreuzgegenständigen Rispen, die in Dichasien ausgehen, oder in grossen, achselständigen Trauben. Schleimschläuche fehlen.

Die *Elaeocarpeae* haben klappig deckende oder zu einer krugförmigen Korolle verwachsene Blumenblätter. Die grosse Gattung *Elaeocarpus* ist von Madagaskar bis Japan und den Sandwichinseln verbreitet. Die ansehnlichen Steinfrüchte werden von Tauben gegessen, welche durch Verstreuung der Samen zur weiten Verbreitung einzelner Arten (*E. sphaericus*) beitragen. *Sloanea* ist im wärmeren Amerika besonders entwickelt, doch findet sie sich auch in Ostindien und Australien; von *Sl. dentata* aus Guyana werden die Samen gegessen. *Antholoma montana* von Neukaledonien hat eine grosse, weisse, krugförmige Korolle.

Die *Aristotelieae* mit dachziegelig deckenden Blumenblättern sind nur auf der südlichen Hemisphäre verbreitet: *Aristotelia* gehört zu dem Bestande des altoceanischen Florenreiches, denn sie findet sich in Chile, auf Neuseeland und in Australien; von *A. Maqui* werden die Beeren gegessen und neuerdings in grossen Massen zur Weinfärbung importiert.

Von fossilen Elaeocarpaceenresten kann nur der Steinkern des *E. Albrechtii* aus dem Miocän des Samlandes für sicher hieher gehörig gelten.

158. Familie. Tiliaceae.

Die Blüten sind strahlig, meist 5gliedrig, gewöhnlich zwittrig. Die Blumenblätter sind häufig am Grunde drüsig. Die Staubblätter sind sehr zahlreich, bei den Blumenblättern eingefügt oder von ihnen durch ein Androgynophor entfernt, das letztere ist zuweilen mit Drüsenfeldern versehen, die denen der Blumenblätter entsprechen; zuweilen sind einige Staubblätter staminodial entwickelt; die Beutel sind dithecisch und springen meist mit Längsspalten auf. Der Frucht-

knoten ist 2- bis vielfächrig mit einzelnen oder zahlreichen, meist innenwinkelständigen gewendeten Samenanlagen. Die Früchte sind nüsschen-, steinfrucht- oder kapselartig, sie springen auf oder zer-

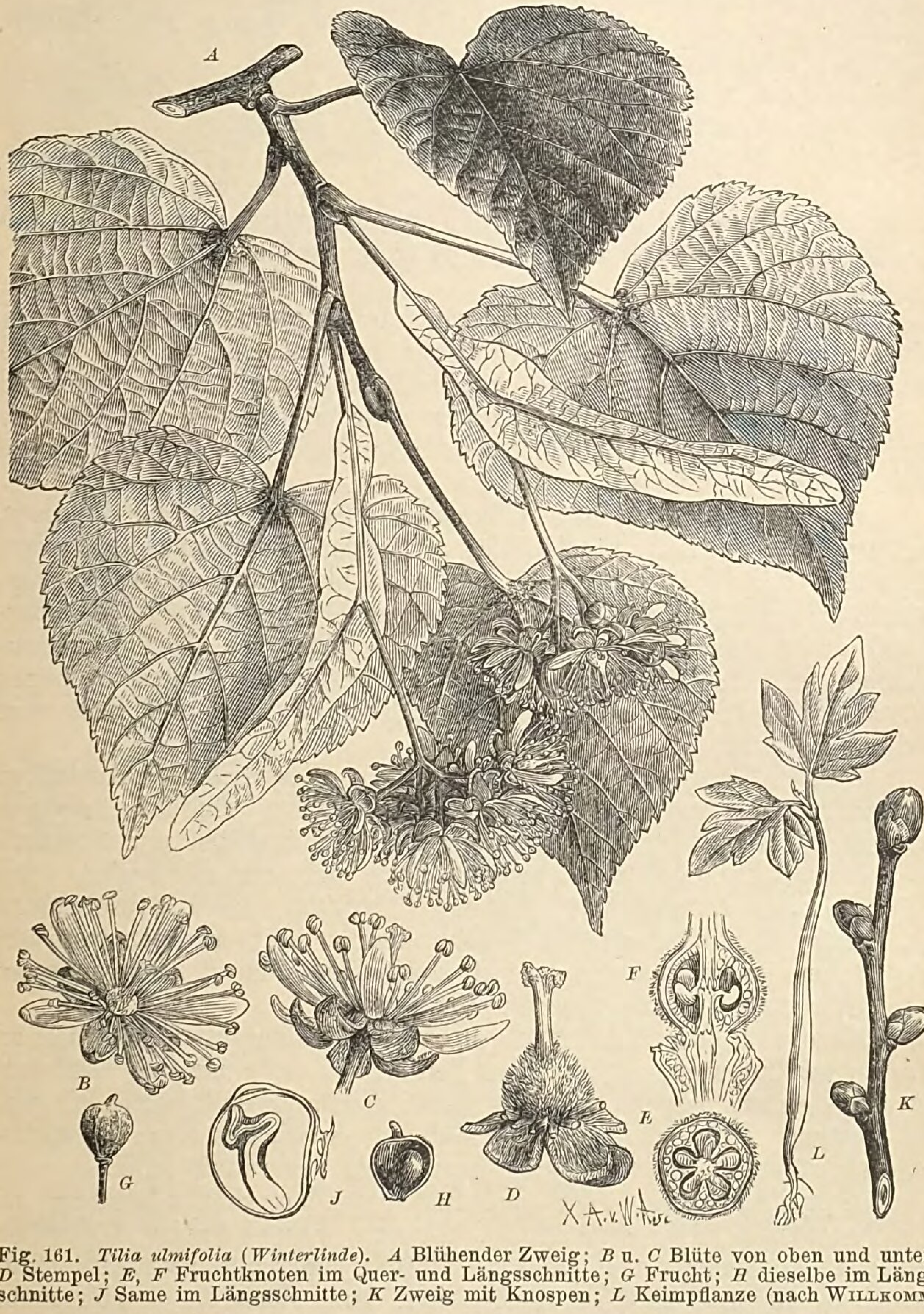


Fig. 161. *Tilia ulmifolia* (*Winterlinde*). *A* Blühender Zweig; *B* u. *C* Blüte von oben und unten; *D* Stempel; *E*, *F* Fruchtknoten im Quer- und Längsschnitte; *G* Frucht; *H* dieselbe im Längsschnitte; *J* Same im Längsschnitte; *K* Zweig mit Knospen; *L* Keimpflanze (nach WILLKOMM).

fallen in Kokken. Nährgewebe gewöhnlich vorhanden, die Keimblätter sind zuweilen gelappt oder eingeschnitten. — Kräuter oder Holzgewächse mit spiralig gestellten, ganzen oder gelappten Blättern und Nebenblättern. Blüten meist zu Rispen verbunden, die in Cymen

ausgehen. Schleimschläuche sind in Rinde und Mark fast ausnahmslos vorhanden; die Bekleidung wird häufig aus Büschelhaaren gebildet.

A. Kelch verwachsenblättrig, glockenförmig
1. Tribus *Brownlowieae.*

B. Kelch frei.
a) Fruchtknoten mehr als 6gliedrig 2. Tribus *Apeibeae.*
b) Fruchtknoten niemals mehr als 5gliedrig.
α) Staubblätter unmittelbar über den Blumenblättern befestigt 3. Tribus *Tilieae.*
β) Staubblätter von den Blumenblättern durch ein Androgynophor getrennt (Fig. 162)
4. Tribus *Grewieae.*

Die *Brownlowieae* umschliessen nur tropische Gewächse, von denen *Christiania africana* Erwähnung verdient, da sie, ein Waldbaum des tropischen Afrikas, zugleich in Guyana wild vorkommt.

Zu den *Apeibeae* gehört *Apeiba Tiburbu*, aus Süd- und Mittelamerika, ein Baum mit mächtigen Stämmen, dessen sehr leichtes Holz gute Boote liefert.

Zu den *Tilieae* gehört *Corchorus olitorius*, eine der Pflanzen, welche die *Jute* liefern; die Blätter werden als Gemüse gegessen. *Tilia ulmifolia* (*Winterlinde*) hat unterseits blaugrüne, in den Nervenachseln rostgelb bebärtete Blätter, während *T. platyphyllos* (*Sommerlinde*) durch gleichfarbene, unterseits weichhaarige Blätter gekennzeichnet ist. Beide liefern die vom Arzneibuche vorgeschriebenen *Flores Tiliae* und ein gutes, weisses Werkholz; auch der Bast wird vielfach benutzt.

Zu den *Grewieae* gehört die grosse von Westafrika bis Australien verbreitete Gattung *Grewia*, deren Steinfrüchte vielfach gegessen werden (*G. Microcos*). Die Arten sind fast alle tropisch, nur *G. parvifolia* (Fig. 162) aus China gedeiht noch bei uns im Freien. Die ebenfalls sehr umfangreiche Gattung *Triumfetta*, deren Kapselfrüchte mit Widerhaken oder geraden Borsten besetzt sind, ist auch tropisch; den Haken ist zu danken, dass *T. semitriloba* und *T. rhomboidea* zu den verbreitetsten Tropenunkräutern gehören.

Was von fossilen Blättern zu den Tiliaceae, namentlich zu *Grewia* gezählt wird, ist nur zum Teil sicher, teilweise aber bestimmt falsch gedeutet; dagegen lassen Früchte keinen Zweifel bestehen, dass die Gattung *Tilia* im Tertiär bereits gut entwickelt war; *T. vindobonensis* steht *T. argentea*, jetzt in Ungarn verbreitet, nahe.

Morphologie. Von den Blütenständen sind besonders die der *Triumfetta*-Arten eigentümlich, indem wenig- (meist 3-)blütige, gestielte Dichasien den oberen Blättern gegenübergestellt sind; zwischen diesen und dem Blatte sind dann noch 2—3 oder mehr gleiche Inflorescenzen eingeschaltet. Der *Linden*blütenstand ist durch ein hoch angewachsenes Blatt auffällig, welches als das Tragblatt desselben aufzufassen ist. Er selbst ist ein Teil des Achselproduktes aus einem Laubblatte, dessen quergestrecktes Primord durch eine senkrecht zur Längsachse gestellte Furche in 2 Parzellen zerfällt;

die eine wird zu der im nächsten Jahre austreibenden Laubknospe, die andere zu jenem Blütenstande. Seiner Natur nach ist dieser eine doldenartige, verkürzte Rispe, welche aus mehreren (Pleiochasium) oder auch nur 2 Strahlen (Dichasium), die zuletzt in eine wenigblütige Wickel auslaufen, zusammengesetzt wird.

In den Blüten ist Fehlschlag der Blumenblätter eine seltene, aber doch vorkommende Erscheinung. Die Staubblätter können zuweilen deutlich in Bündel zusammengefasst werden, man sieht diese dann als Verzweigungen eines einzigen Blattes an; einzelne Strahlen

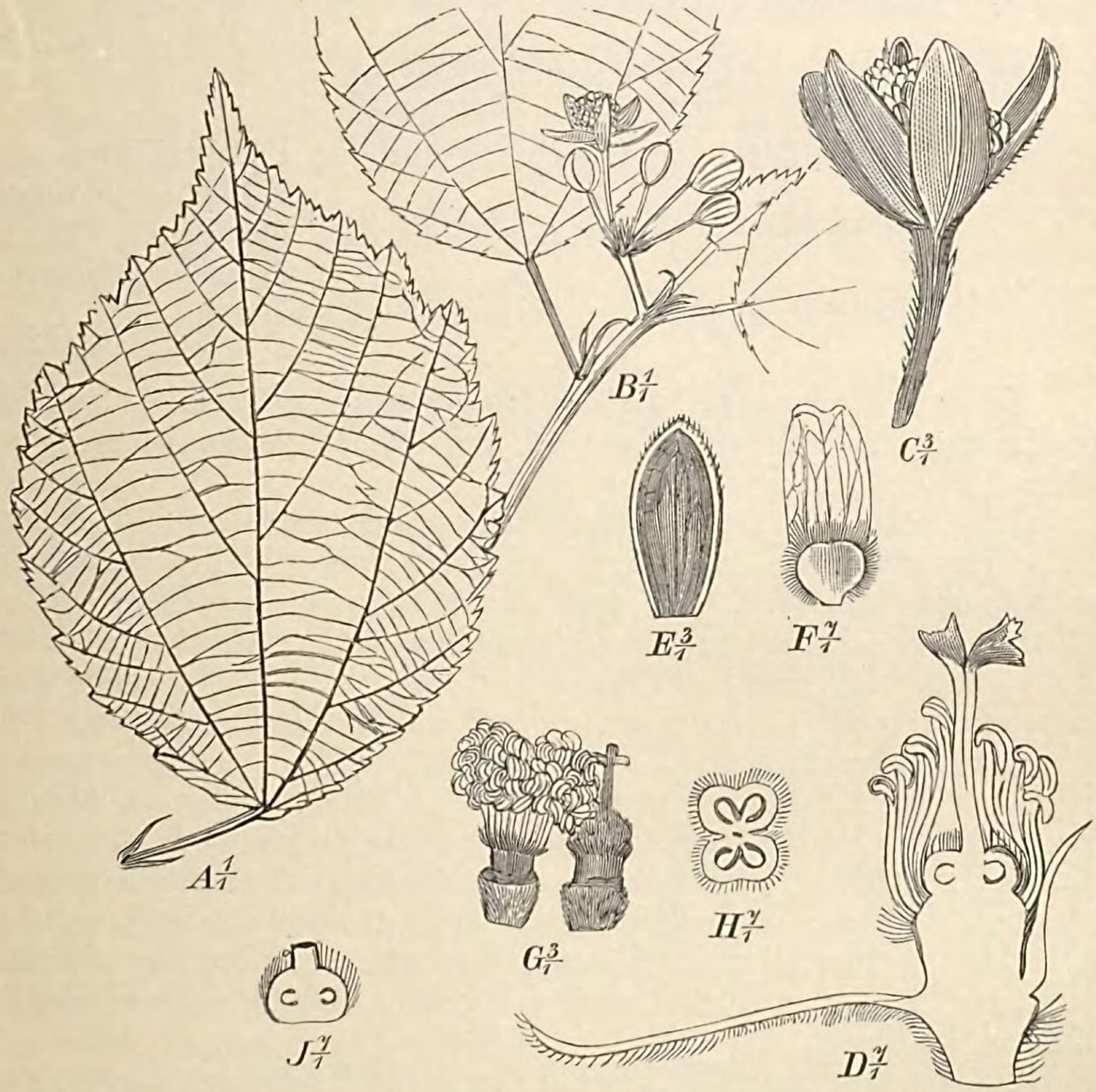


Fig. 162. *Grewia parviflora.* *A* Blatt; *B* Blütenstand; *C* Blüte; *D* dieselbe im Längsschnitte; *E* Kelchblatt; *F* Blumenblatt; *G* Staubblätter und Stempel; *H* Querschnitt durch den Fruchtknoten; *J* derselbe im Längsschnitte (nach KOEHNE).

der Bündel sind manchmal steril, bei *Lühea* liegen diese zu äusserst, bei einzelnen *Linden* zu innerst. Sehr eigentümlich ist die scheidewandständige Anheftung der Samenknospen bei *Apeiba*.

Anatomisch sind die Tiliaceae gekennzeichnet durch das Vorkommen lysigener Schleimschläuche (nur bei *Muntingia* und *Pityranthe* fehlen sie), und durch reihenweise geordnete, starke Bastbelege.

Die Uebertragung des Blütenstaubes wird, soweit bekannt, durch Insekten vermittelt; die *Lindenblüte* ist für unsere Bienenwirte eine der wichtigsten Honigquellen.

159. Familie. Malvaceae.

Sie unterscheiden sich von der vorigen Familie ganz besonders durch stets gedrehte Knospenlage der Blumenblätter und durch zahlreiche, monothecische Antheren der fast stets zu einer Säule verbundenen Staubblätter. Die Keimblätter sind immer gefaltet oder spiralig ineinander gewickelt. Die Blüten sind nicht selten durch einen Aussenkelch gestützt. — Meist Stauden, seltener Holzgewächse.

A. Fruchtblätter zahlreich, in 5 gesonderte Felder gestellt
1. Tribus *Malopeae*.

B. Fruchtblätter kreisförmig angeordnet.

a) Früchte in Teilfrüchte zerfallend.

α) Griffeläste in Gleichzahl mit den Fruchtblättern
2. Tribus *Malveae*.

β) Griffeläste in der doppelten Zahl der Fruchtblätter
3. Tribus *Ureneae*.

b) Früchte kapselartig, fachteilig aufspringend
4. Tribus *Hibisceae*.

Zu der kleinen Tribus der *Malopeae* gehört *Malope*, die im Mittelmeergebiete verbreitet ist; *M. trifida* wird wegen der schönen Blüten häufig kultiviert.

Die Gattung *Malva* von den *Malveae* ist besonders in der nördlich gemässigten Zone verbreitet. *M. silvestris* gibt die *Flores Malvae vulgaris* der Apotheken und *Malva neglecta* die *Folia Malvae; Althaea* ist durch verwachsenen Aussenkelch charakterisiert: *A. officinalis,* eine salzliebende Pflanze, hat eine weite Verbreitung durch Europa und Sibirien, von ihr gewinnt man die *Radix Althaeae.* Ein sehr grosses Geschlecht ist *Sida,* hauptsächlich in Südamerika entwickelt; viele Arten sind gegenwärtig als Ruderalpflanzen über die ganze Welt verbreitet und teilweise sehr vielgestaltig, z. B. *S. rhombifolia, S. cordifolia, S. acuta* u. s. w. *Abutilon* ist ebenfalls grossenteils amerikanisch, doch finden sich auch in Afrika mehrere Arten; in Südeuropa und dem mittleren Asien ist *A. Avicennae* mit zähen Bastfasern häufig; in Gärten wird *A. striatum*, häufig auch mit bunten Blättern, kultiviert.

Die *Ureneae* umschliessen nur tropische Gewächse; ein sehr gemeines Tropenunkraut ist *Urena lobata,* deren Bast als Faserstoff geschätzt wird.

Die *Hibisceae* sind ebenfalls in der grossen Mehrzahl Tropenbewohner. *Hibiscus,* die grösste Gattung der Malvaceae, hat in Europa nur noch 3 Arten, von denen *H. Trionum,* ein Unkraut mit aufgeblasenen Kelchen, am häufigsten ist; *H. syriacus*, eine strauchige Form, wird wegen der schönen, vielfarbigen Blüten in Gärten kultiviert. Am wichtigsten ist *Gossypium,* die *Baumwolle,* von der *G. herbaceum* besonders in den südlichen Vereinigten Staaten, Indien, Aegypten, aber selbst noch in Südeuropa gebaut wird. Der wichtigste Faserstoff und Handelsartikel der Welt ist die Samenwolle, welche aus zusammengedrückten, gewundenen, 1zelligen Haaren

besteht. Der erste Hafen der Welt für Baumwolle ist Liverpool, in dessen Nähe die grössten Spinnereien und Webereien gelegen sind (Manchester, Birmingham, Leeds), der zweite, welcher den Kontinent versorgt, ist Bremen. Nicht unwichtig ist sie zur Herstellung von Schiessbaumwolle, die in Aether aufgelöst Kollodium gibt; aus dem letzteren erhält man mit Kampher das plastische Celluloid.

Morphologie. Die *Malvaceae* haben häufig einzelne, achselständige Blüten, bei unseren Gattungen aber sind meist wickelige Aggregate vorhanden, die auch rispig verbunden sein können. Der Aussenkelch ist eine Hochblatt- oder Involucralbildung, die bestimmend auf die Kelchstellung einwirken kann, so dass dieser bald die häufigste Orientierung mit dem unpaaren Blatte nach hinten (*Malva*), bald die seltenere mit dem unpaaren Blatte nach vorn (*Hibiscus*) zeigen kann. Die Staubblattsäule lässt in der Entstehung häufig die Sonderung in Bündel erkennen, welche dann wohl immer epipetale Stellung haben. Wenn die Zahl der Staubgefässe auf 5 herabsinkt (*Malvastrum pentandrum*), so nehmen diese denselben Ort ein. Innerhalb der Staubblätter ist die Säulenröhre zuweilen gezähnt (*Hibiscus*); die Zahl der Zähne ist nicht immer konstant, bei 5 sind sie den inneren Staminodien von *Tilia* homolog zu setzen. Sind 5 Karpiden vorhanden, so kann die Stellung in einer und derselben Gattung wechseln, *Pavonia spinifex* hat z. B. epipetale, *P. urens* episepale Fruchtblattstellung. In den Fällen, wo die Zahl der Fruchtblätter grösser ist als 5, wird sie theoretisch durch Spaltung erklärt. Die Pollenkörner der Malvaceae sind oft auffallend gross und bestachelt. Anatomische Differenzen sind gegen die Tiliaceen nicht nachweisbar.

160. Familie. Bombacaceae.

Die Blüten haben öfter eine Neigung zur Zygomorphie. Der Kelch ist nicht selten völlig geschlossen und reisst unregelmässig, häufig 3lappig auf. Die Blumenblätter sind in der Knospenlage gedreht. Staubblätter sind 5 bis sehr viele vorhanden, sie haben mono- bis polythecische Beutel. Die Pollenkörner sind meist klein und nicht bestachelt; Früchte kapselartig oder fleischig. — Bäume mit ganzen, gelappten oder gefingerten Blättern und Nebenblättern. Blüten einzeln oder zu mehreren, zuweilen wickelartig verbunden, nicht selten aus dem alten Holze.

Die *Adansonieae* sind grosse, oft riesige Bäume mit gefiederten Blättern; wenn eine Bekleidung entwickelt ist, so besteht sie aus Büschelhaaren. *Adansonia digitata* (*Affenbrotbaum*) ist im tropischen Afrika heimisch; er hat eine ausserordentliche Dicke des Stammes und ist ein Riese der Pflanzenwelt; das säuerliche Fleisch der gurkenartigen, aber hartschaligen Früchte wird genossen. *Ceiba pentandra* (*Eriodendron anfractuosum*) (*Baumwollenbaum, Silk cotton tree*), in den Tropen beider Hemisphären heimisch, besitzt Kapselfrüchte, die mit einer Wolle angefüllt sind; die Wollhaare nehmen ihren Ursprung aus den Wänden des Fruchtknotens.

Die *Durioneae* haben stets einfache Blätter, diese und die jüngeren Teile sind mit einer metallglänzenden, weissen oder braunen Schuppenbekleidung versehen. *Durio zibethinus* (*Durion*) ist eine in Malesien häufig kultivierte Pflanze, deren Fruchtfleisch trotz des Geschmackes nach Schwefelwasserstoff und Knoblauch von vielen Europäern allen anderen Früchten vorgezogen wird.

Eine fossil im Miocän der Provence gefundene Blüte hat man zu *Bombax* gezählt (*B. sepultorum*), ohne dass diese Deutung genügend begründet ist.

Morphologie. So weit bis jetzt bekannt, schliessen sich die Blüten der Bombacaceae in ihrem Aufbau der vorigen Familie an, von der sie nur schwach geschieden sind. Besonders bemerkenswert ist das häufige Auftreten mehrerer (bis 8) Theken in den Beuteln (*Neesia, Ceiba Rivieri*), während bei anderen monothecische vorkommen. Diese als Verwachsungen mehrerer Staubblätter anzusehen, lässt sich nicht begründen. Mit ihnen nicht zu verwechseln sind die gekrösartigen Antheren, wie sie *Ceiba pentandra* bietet. Hier wird der Rand des flachen Primordiums zu einem zusammenhängenden Pollenbehälter umgebildet, der sich dann durch übermässige Vergrösserung faltet und kräuselt.

Ueber die Pollenübertragung ist nichts bekannt, doch spricht die ausserordentliche Grösse vieler Blüten (sie werden bis 25 cm lang) und die weisse oder bunte Färbung derselben für die Insektenvermittlung.

161. Familie. Sterculiaceae.

Die Blüten sind strahlig oder ein wenig zygomorph, 5gliedrig, zwittrig oder durch Fehlschlag eingeschlechtlich und dann 1häusig mit Resten des zweiten Geschlechts. Die Blumenblätter fehlen zuweilen, bei genügender Grösse decken sie gedreht. Zwischen den epipetalen Staubblättern oder Gruppen derselben befinden sich häufig Staminodien. Sie und der Fruchtknoten werden oft durch ein Androgynophor gehoben; die Fächer des Fruchtknotens umschliessen 2 bis viele Samenanlagen. Die Frucht ist häufig kapselartig. — Kräuter oder Holzgewächse mit spiralig gestellten, meist ganzen Blättern und Nebenblättern. Blüten gewöhnlich Rispen bildend, die in Wickeln ausgehen, seltener einzeln oder gepaart, zuweilen aus dem alten Holze.

A. Blumenblätter fehlend, Blüten zwittrig, Fruchtblätter episepal
1. Tribus *Fremontieae.*

B. Blumenblätter vorhanden, Blüten zwittrig.

a) Blumenblätter bleibend, Fruchtblätter episepal; Staubblätter viele, in 5 Bündel gesammelt, die mit Staminodien wechseln 2. Tribus *Dombeyeae.*

b) Blumenblätter abfällig.

α) Blumenblätter flach 3. Tribus *Hermannieae.*

β) Blumenblätter kappenförmig 4. Tribus *Büttnerieae.*

C. Blumenblätter fehlend, Blüten zwittrig; Fruchtblätter wenn 5 epipetal oder weniger als 5 5. Tribus *Lasiopetaleae.*

D. Blumenblätter fehlend, Blüten eingeschlechtlich 6. Tribus *Sterculieae.*

Zu der *Fremontieae* gehört *Chiranthodendron platanoides*, der *Handbaum* Mexikos, dessen 5 Staubgefässe einer Hand mit eingekrümmten Fingern ähnlich sind.

Zu den *Dombeyeae* gehört *Trochetia Melanoxylon,* ein Baum der Insel St. Helena; er gehört zu den wenigen Pflanzen, die in historischer Zeit ausgestorben sind, wird aber in Gewächshäusern kultiviert.

Die *Hermannieae* umschliessen die grosse über Afrika von Abyssinien bis zum Kap verbreitete Gattung *Hermannia,* die in wenigen oder einzelnen Arten auch in Arabien, Australien und Amerika vorkommt; mehrere Arten dieser charakteristischen Kappflanzen werden in den Gewächshäusern kultiviert, z. B. *H. althaeifolia; Waltheria americana* mit einem einzigen Fruchtblatte ist ein gemeines Tropenunkraut.

Von den *Büttnerieae* ist die wichtigste Pflanze *Theobroma Cacao*; sie ist in Mittel- und dem nördlichen Südamerika wild und hat eine gurkenartige Frucht mit zahlreichen, horizontal gestellten, in einem säuerlichen Fruchtfleische liegenden Samen. Diese verlieren durch einen leichten Fäulnisprozess in der Erde an Herbheit und gewinnen an Aroma. Die Kotyledonen sind gefaltet und brechen leicht in eckige Stücke. Sie werden mit Zucker und Gewürz zu Chokolade verarbeitet, vielfach wird das fette Oel (*Kakaobutter*) ausgepresst und der *„entölte Kakao"* als leicht verdauliches Getränk genossen. Die grösste Menge produziert Trinidad, dann Quito (Guayaquil), auch die Philippinen führen beträchtliche Quantitäten aus.

Die *Lasiopetaleae* sind fast ausschliesslich australische Sträucher.

Die Gattung *Sterculia* findet sich in einer grossen Zahl von Arten in Ostasien, aber auch in den Tropen der anderen Kontinente, meist haben die Arten gelappte Blätter; bei *S. foetida,* deren Samen genossen werden, sind sie gefingert; *Cola acuminata,* vielleicht auch noch andere Arten der Gattung, liefern die in der neuesten Zeit vielfach verwendeten *Cola-* oder *Gurunüsse*, die Keimlinge der Samen mit dicken, fleischigen, oft tief eingeschnittenen Kotyledonen. Wegen ihres Theobromingehaltes wirken sie anregend wie Kakao.

Zahlreiche fossile Blätter, die gelappt sind, hat man ohne genügenden Grund für *Sterculia*blätter erklärt.

Morphologie. Stammblütige Arten sind bei *Theobroma, Sterculia* und *Cola* nicht selten; hauptsächlich zeigt sich das Verhältnis bei denjenigen, die sehr grosse und schwere Früchte besitzen, welche von den schwachen Blütenstandsachsen nicht getragen werden können. Diese Blüten brechen dort hervor, wo einst Blätter gesessen haben; sie sind die Jahre lang sich nach und nach entwickelnden Blüten ursprünglich axillärer Inflorescenzen. Diese sind häufig cymös oder zuweilen sehr kompliziert gebaute Wickeln (*Waltheria*), häufig

werden sie durch untere Beiknospen bereichert. Die Kelchstellung ist durchgängig die gewöhnliche, mit dem unpaaren Kelchblatt nach hinten gewendet. Die Blumenblätter zeigen am Grunde oft merkwürdige Kappenbildungen, denen die Spreite in der Form eines spatelförmigen oder lanzettlichen Blattes oder einer gekrümmten Keule aufgesetzt ist (*Theobroma, Büttneria, Ayenia*). Mittels klammerartiger Fortsätze fasst bei *Ayenia* die Kappe an die Staubblattröhre und bei *Büttneria* ist die Kappe häufig mit jener dicht verwachsen. Die Staubgefässe stehen immer epipetal, entweder einzeln (*Büttneria*) oder in Bündeln zu 2 (*Theobroma Cacao*) oder 3 oder mehreren (*Sterculia Cola*). Wenn kappenförmige Blumenblätter vorliegen, so umfassen diese die Staubblätter und verbergen sie. *Ayenia* ist bemerkenswert durch trithecische Antheren. Staminodien sind häufig zwischen den Staubgefässen oder den Bündeln, sie stehen also episepal; mit ihnen wechseln in der Regel bei Gleichzahl die Fruchtblätter, doch kommt auch abwechselnde Stellung (also episepale) vor (*Hermannia, Dombeya*). In der (oben nicht erwähnten Tribus) der *Helictereae* sind die 5 Karpiden spiral gedreht und sitzen auf einem sehr langen Androgynophor, das auch *Ayenia* in kleinerem Massstabe zukommt. Die Früchte der *Sterculieae* sind häufig Balgkapseln, welche oft vor der Reife aufspringen, wie bei der aus China stammenden *Firmiana platanifolia*.

Anatomisch sind sie dadurch bemerkenswert, dass neben den Schleim- auch Gummischläuche vorkommen.

Die Pollenübertragung wird durch Insekten vermittelt.

20. Reihe. Parietales.

Blüten cyklisch oder spirocyklisch, meist mit doppelter, in Kelch und Krone geschiedener Hülle und vielen Staub- und Fruchtblättern; die letzteren sind gewöhnlich vereint; die Samenleisten sind meist wandständig.

162. Familie. Dilleniaceae.

Holzgewächse, die in den Tropen beider Hemisphären und ausserdem in besonderer Menge in Australien gedeihen (*Hibbertia*); in jedem Fache des Fruchtknotens befindet sich eine aufsteigende, gewendete Samenanlage.

163. Familie. Eucryphiaceae.

Holzgewächse, die in Australien und Chile vorkommen. Die in jedem Fache einzelnen Samenanlagen sind hängend. Die Samen sind geflügelt.

164. Familie. Ochnaceae.

Holzgewächse oder Halbsträucher der Tropen mit am Grunde freien, oberwärts durch einen gemeinschaftlichen Griffel verbundenen

Fruchtblättern, die je eine Samenanlage umschliessen. Rindenständige Gefässbündel sind allgemein verbreitet.

Sauvagesia erecta ist ein Unkraut, das in beiden Hemisphären vorkommt, auch die Gattung *Ouratea* gedeiht in beiden Hemisphären.

165. Familie. Caryocaraceae.

Die Blüten sind zwittrig und strahlig mit meist 5 Kelch- und Blumenblättern, vielen Staub- und gewöhnlich vielen Fruchtblättern, die eine einzelne hängende Samenanlage einschliessen. — Bäume mit spiralig gestellten, gedreiten Blättern und Nebenblättern am Blattstiele und an den Blättchen; in Südamerika.

Caryocar nuciferum und andere Arten geben die südamerikanischen *Sauari*nüsse, deren Same ölreich ist und geröstet gegessen wird.

166. Familie. Marcgraviaceae.

Die Blüten sind zwittrig, strahlig, 4—5gliedrig mit mehr oder weniger sympetaler Blumenkrone. Staubblätter sind 4 bis viele, Fruchtblätter 2 bis viele vorhanden mit erst wandständiger Samenleiste, an der viele Samenanlagen befestigt sind; später ist der Fruchtknoten oft gefächert. — Mit Wurzeln kletternde, oft epiphytische Holzgewächse mit einfachen, nebenblattlosen, spiralig gestellten Blättern, die an den vegetativen Klimmzweigen oft anders gestaltet sind, als an den blühenden Trieben. Blüten traubig; ihre Deckblätter sind häufig den Blütenstielen angewachsen, krugförmig vertieft, buntgefärbt und führen Nektar.

Sie gehören dem wärmeren Amerika an, *Marcgravia umbellata* wächst auf den Antillen.

Die Uebertragung des Blütenstaubes wird nach Delpino von Vögeln übernommen, welche den Nektar aus den umgebildeten Deckblättern holen; da diese in die Nähe der Blüten gerückt (angewachsen) sind, kommen die Vermittler des Pollentransportes mit den letzteren in Berührung.

167. Familie. Quiinaceae.

Sie sind Holzgewächse mit kreuzgegenständigen, immergrünen Blättern, Nebenblättern und kleinen traubig oder rispig gestellten Blüten. Die saftigen Früchte springen später auf und enthalten wenige filzig behaarte Samen. Lysigene Gummigänge sind zuweilen vorhanden. Die hieher gehörige Gattung *Quiina* ist ausschliesslich dem tropischen Amerika eigen.

168. Familie. Chlaenaceae.

Sie sind Holzgewächse mit spiralig gestellten Blättern. Der Kelch ist becherförmig und unregelmässig 3lappig; Blumenblätter

5—6; zwischen ihnen und den zahlreichen Staubblättern befindet sich ein Kranz, aus zahllosen Blättchen gebildet. Häufig ist ein äusserer Hüllkelch, der bei *Sarcochlaena grandiflora* aus zahllosen, fleischigen, spatelförmigen Schuppen aufgebaut wird.

Sie kommen nur auf Madagaskar vor.

169. Familie. Theaceae.

Die Blüten sind aussen häufig spiralig gebaut, sie sind strahlig und zwittrig. Der Kelch ist 5—7-, die Blumenkrone 5—9blättrig; Staubblätter finden sich gewöhnlich viele, bisweilen sind sie gebündelt. Der Fruchtknoten ist 2- bis vielfächrig, mit vielen oder nur einzelnen Samenanlagen in jedem Fache. Die Früchte sind wand- oder fachteilige, zuweilen nicht aufspringende Kapseln. — Holzgewächse mit meist spiralig gestellten, immergrünen, nebenblattlosen Blättern.



Fig. 163. *Stuartia grandiflora.* *A* Blühender Zweig; *B* Stempel; *C* Staubblatt. — *St. pentagyna.* *D* Stempel; *E* Teil des Androeceums (nach Koehne).

Thea chinensis, der *Theestrauch*, ist wahrscheinlich in Ober-Birma und Assam heimisch, er wird in mehreren Varietäten seit alten Zeiten in China und Japan, jetzt auch besonders in Ostindien, auf Ceylon und Java kultiviert. *Th. japonica*, die *Kamellie*, ist eine beliebte Pflanze unserer Kalthäuser, sie wurde in zahllosen Spielarten aus Japan eingeführt. *Visnea Mocanera* von den Kanaren ist als ein Relikt der früheren viel weiteren Verbreitung der Familie zu betrachten.

Von der Gattung *Stuartia*, die heute noch in Japan (*St. grandiflora,* Fig. 163) und den südlichen Vereinigten Staaten (*St. pentagyna*) vorkommt, wurde im Eocän des Bernsteines eine fossile Blüte (*St. Kowalewskii*) gefunden, die vorzüglich erhalten ist; sie steht der ersteren nahe.

170. Familie. Guttiferae.

Die Blüten sind aussen häufig spiralig, strahlig, zwittrig oder durch Fehlschlag getrenntgeschlechtlich. Der Kelch und die Krone sind sehr mannigfach der Zahl nach zusammengesetzt. Staubblätter sind meist sehr viele vorhanden, zuweilen aber nur 4, nicht selten sind sie gebündelt oder einige nur staminodial entwickelt. Fruchtblätter finden sich meist 3—5, zuweilen weniger, zuweilen viel mehr (bis 15), mit vielen oder nur einzelnen Samenanlagen. Die Samen haben kein Nährgewebe. — Holzgewächse mit immergrünen, häufig kreuzgegenständigen Blättern, seltener Kräuter mit abfallendem Laube, und Blüten, die zu kreuzgegenständigen Rispen, Dichasien oder Monochasien zusammentreten. Schizogene Sekretlücken sind stets vorhanden.

Die Unterfamilie der *Hypericoideae* mit zwittrigen Blüten hat Staubblätter, welche in 3—8 Bündeln verbunden sind; die Keimblätter sind dünn. — Die *Hypericeae* haben wandspaltige Kapseln. *Hypericum perforatum* (*Johanniskraut*) mit gelben Blüten und deutlich punktierten Blättern ist in Deutschland häufig. Die *Vismieae* haben Beeren- oder Steinfrüchte; sie gehören den Tropen Afrikas und Amerikas an.

Die Unterfamilie der *Calophylloideae* hat sehr dicke, zusammenhängende Keimblätter. — *Mammea americana* gibt die *Mammey*frucht; sie ist in Westindien heimisch, wird aber jetzt in den gesamten Tropen häufig kultiviert. *Calophyllum Inophyllum* ist einer der charakteristischen Strandbäume von Ostafrika bis Polynesien; von ihm und einigen anderen Arten der Gattung wird der früher offizinelle *Tacamahaca*balsam gewonnen.

Die Unterfamilie der *Clusioideae* hat sehr kleine Keimblätter und ein mächtig entwickeltes Stämmchen. — Die *Clusieae* zeigen stets freie Staubblätter; die Frucht ist meist eine weiche, zuletzt wandspaltige Kapsel. — *Clusia* ist ausschliesslich amerikanisch, die Arten wachsen als zum Teil ansehnliche Bäume epiphytisch auf anderen (*Clusia alba*), die sie mit untereinander verschmelzenden Luftwurzeln umgeben und erdrücken. — Die *Garcinieae* haben meist gebündelte Staubblätter und Beerenfrüchte. *Garcinia Mangostana*, die *Mangostane*, liefert Früchte, die vielen als die köstlichsten der Tropen gelten; *G. Morella* (Fig. 164) aus Vorder- und Hinterindien liefert *Gummi Gutti*.

F o s s i l e Formen sind bisher nicht sicher bekannt, obgleich viele Arten nach Blattresten aufgestellt wurden.

M o r p h o l o g i e. Die Blütenstände sind der Blattstellung entsprechend häufig kreuzgegenständige Aggregate, die bisweilen mit einer fast schematischen Regelmässigkeit in Dichasien ausgehen. In der Gattung *Hypericum* sind die letzten Auszweigungen Schraubeln, die manchmal recht vielblütig sein können. Die Blüten bieten die grösste Mannigfaltigkeit des Diagrammes. Manche Gattungen zeigen den Kelch oder sogar noch die Blumenkrone in kreuzgegenständiger Folge der Blätter (*Oedematopus obovatus* und *Tovomita brasiliensis*); *Havetiopsis Martii* zeigt den äusserst seltenen Fall, dass in der männ-

lichen Blüte das 4gliedrige Androeceum ebenfalls noch kreuzgegenständig disponiert ist; in der weiblichen hat aber das tetramere Gynaeceum diagonale Kreuzstellung. Die spiralig gestellten Blätter der Blütenhülle vieler *Clusioideae* zeigen in den äusseren Umgängen nicht selten ebenfalls kreuzgegenständige Disposition. Die gebündelten Staubblätter werden theoretisch als gespaltene Phyllome angesehen; nicht minder hat man die Blumenblätter einiger solcher Blüten als seriale Spaltungsprodukte jener betrachtet. Dagegen kann aber eingewendet werden, dass bei *Hypericum* triadelphe Androeceen mit

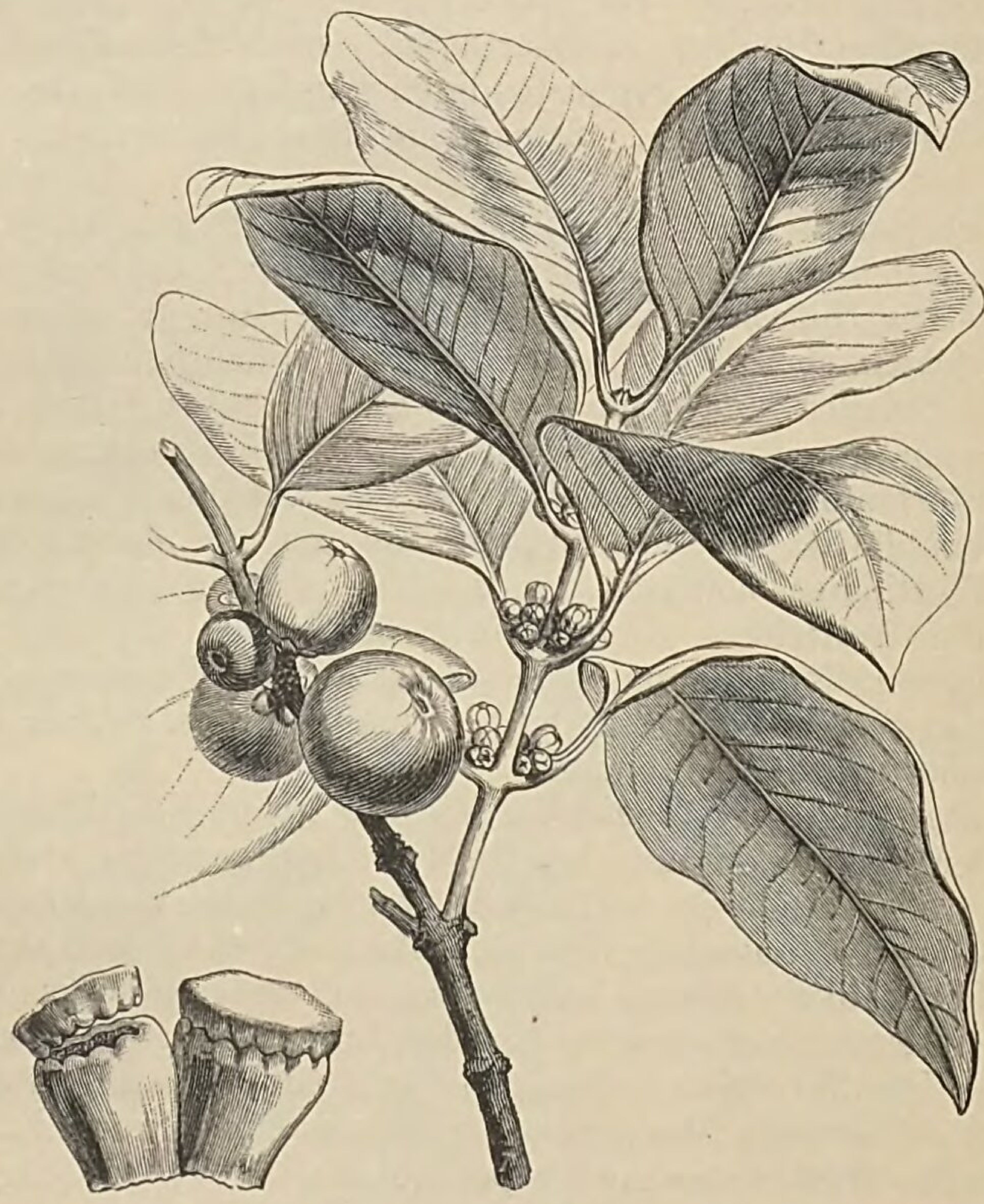


Fig. 164. *Garcinia Morella.* Blütenzweig mit Früchten, links unten 2 Staubblätter (nach Baillon).

pentameren Blumenkronen zusammen auftreten; hier kann von einer solchen Spaltung gewiss nicht gesprochen werden, und ausserdem erscheinen die Blumenblätter immer vor den Bündelanlagen, an denen sich die Staubblätter in absteigender Folge ausgliedern; sie sind nur ihrer sehr geringen Grösse wegen oft übersehen worden.

Bemerkenswert ist, dass die Zahl der Karpiden häufig von der Zahl der Bündel abhängig ist; bei den *Hypericumarten* mit 3 Bündeln kommen stets tricarpidiäre, bei den mit 5 Bündeln 5gliedrige Fruchtknoten vor.

Die oft grossen, lebhaft gefärbten, Honig absondernden Blüten oder auffallenden Blütenstände weisen auf Pollenübertragung durch Insekten hin.

171. Familie. Dipterocarpaceae.

Diese ausschliesslich in den Tropen der Alten Welt vorkommende Gruppe von Holzgewächsen hat spiralig gestellte, immergrüne Blätter und ist durch schizogene Harzgänge, sowie rindenständige Gefässbündel ausgezeichnet. Die Früchte sind meist einsamig und bleiben bei der Reife geschlossen, häufig wächst dann der Kelch in grosse, eigentümlich geformte Flügel aus.

Dryobalanops Camphora, einer der grössten Waldbäume von Sumatra, liefert aus dem Stamm eine Art *Kampher* (*Baruskampher*). *Dipterocarpus turbinatus* und *Hopea micrantha* geben den *Gardochanbalsam, Shorea robusta* ist einer der wenigen tropische Wälder bildenden Bäume.

172. Familie. Elatinaceae.

Die Blüten sind strahlig, cyklisch, zwittrig, 2—5gliedrig mit doppeltem oder durch Fehlschlag einfachem Staubblattwirtel. Die Fruchtknotenfächer umschliessen zahlreiche, innenwinkelständige Samenanlagen. Die Frucht ist kapselartig und springt wandteilig auf; die Samen besitzen nur dünnes oder gar kein Nährgewebe. Kräuter, zum Teil von winziger Grösse oder Halbsträucher, nicht selten im Wasser wachsend mit kreuzgegen- oder quirlständigen Blättern, die von Nebenblättern begleitet werden. Blüten klein, achselständig, einzeln oder in Dichasien.

Elatine Hydropiper ist bei uns in Teichen zerstreut; sie soll scharf sein.

Morphologie. Die Blüten haben die gewöhnliche Stellung: sind sie 2- oder 4gliedrig, so steht das erste Sepalenpaar bei fehlenden Vorblättern transversal; in den 3gliedrigen fallen die paarigen Blätter, in den 5gliedrigen das unpaare nach hinten. Die Stellung der Fruchtblätter ist stets epipetal, die Blüten sind deshalb bei typisch doppeltem Staubblattkreis diplostemon. Eine Ausnahme macht die dimere *E. minima,* bei welcher sich im Kontakt mit 2 Staubblättern die Fruchtblätter mit jenen kreuzen. Die einzelnen Blüten sind oft aus der Achsel emporgehoben und bilden wie bei *Cuphea* 2 um 90° divergierende Zeilen zwischen den Blattpaaren.

173. Familie. Tamaricaceae.

Die Blüten sind strahlig, meist zwittrig, 4—5gliedrig. Staubblätter sind in einfachem oder doppeltem Kreise entwickelt oder sehr zahlreich und gebündelt. Der Fruchtknoten ist aus 2—5 Karpiden verwachsen, 1fächrig mit vielen Samenanlagen an grundständigen oder aufsteigenden Samenleisten. Die Kapselfrüchte umschliessen viele lang behaarte Samen. — Holzgewächse oder Kräuter mit kleinen, spiralig gestellten Blättern.

Tamarix gallica mit reichblütigen Rispen ist im Mittelmeergebiete verbreitet und wird bei uns häufig gepflanzt; *Myricaria germanica* ist eine subalpine Pflanze, die an Bächen der Alpen und Karpaten häufig wächst. *Fouquiera mexicana* ist durch sympetale Corollen ausgezeichnet.

174. Familie. Frankeniaceae.

Kräuter oder Halbsträucher mit kleinen, kreuzgegenständigen, nebenblattlosen Blättern und kleinen Blüten, deren Blumenblätter durch Ligularschuppen ausgezeichnet sind. — Sie sind Strand- und Wüstenpflanzen, z. B. *Frankenia pulverulenta*, die im Mittelmeergebiete häufig ist.

175. Familie. Cistaceae.

Die Blüten sind strahlig, zwittrig, meist 5gliedrig. Die Blumenblätter haben eine gedrehte Knospenlage. Staubblätter sind viele in mehreren Kreisen vorhanden. Der Fruchtknoten ist aus 3—10 Blättern verwachsen, er ist 1fächrig oder fast vollkommen mehrfächrig; die wandständigen, gepaarten oder zahlreichen Samenanlagen sind geradläufig. Die Kapseln springen zwischen den Samenleisten auf, die Samen enthalten einen gekrümmten Keimling in ziemlich reichlichem Nährgewebe. — Sträucher oder Kräuter mit gewöhnlich kreuzgegenständigen Blättern. Die Blüten stehen einzeln terminal, bilden Trauben oder häufig (*Helianthemum*) traubenähnliche Wickeln. Sie besitzen oft eine Bekleidung aus Stern- und Drüsenhaaren, von denen die letzteren reich an ätherischem Oele sind.

Helianthemum vulgare ist bei uns ein häufiger kleiner Halbstrauch; die meisten anderen Arten der Gattung gehören ebenso wie *Cistus* dem Mediterrangebiete an; von letzterer Gattung liefert *C. ladaniferus* das harzartige *Ladanum,* das einst offizinell war.

176. Familie. Bixaceae.

Die Blüten sind strahlig, zwittrig, 5zählig mit vielen Staubblättern und 5 Fruchtblättern, die einen 1fächrigen Fruchtknoten bilden. Zahlreiche gewendete Samenanlagen sitzen an wandständigen Samenleisten, zwischen denen die Kapselfrüchte sich öffnen. — Holzgewächse, seltener Kräuter mit spiralig gestellten, gelappten Blättern und grossen, rispig verbundenen Blüten; sie enthalten lysigene Schleimgänge.

Bixa Orellana aus dem tropischen Amerika wird jetzt wegen des in der Samenschale enthaltenen roten Farbstoffes (*Orleans, Ruku*) in den Tropen auch anderwärts kultiviert. *Cochlospermum* hat Samen mit baumwollenartigem Haarüberzug.

Anmerkung. Auf Grund des erwähnten anatomischen Merkmals wurde neuerdings die Familie nur auf die beiden erwähnten Gattungen und *Amoureuxia* eingeschränkt, die übrigen wurden zu den *Flacourtiaceae* gebracht.

177. Familie. Canellaceae.

Diese kleine Familie tropisch amerikanischer Holzgewächse ist besonders durch die röhrenförmig verbundenen Staubblätter gekennzeichnet.

Canella alba aus Westindien gibt die zimmtähnliche *Canellrinde*, die früher offizinell war.

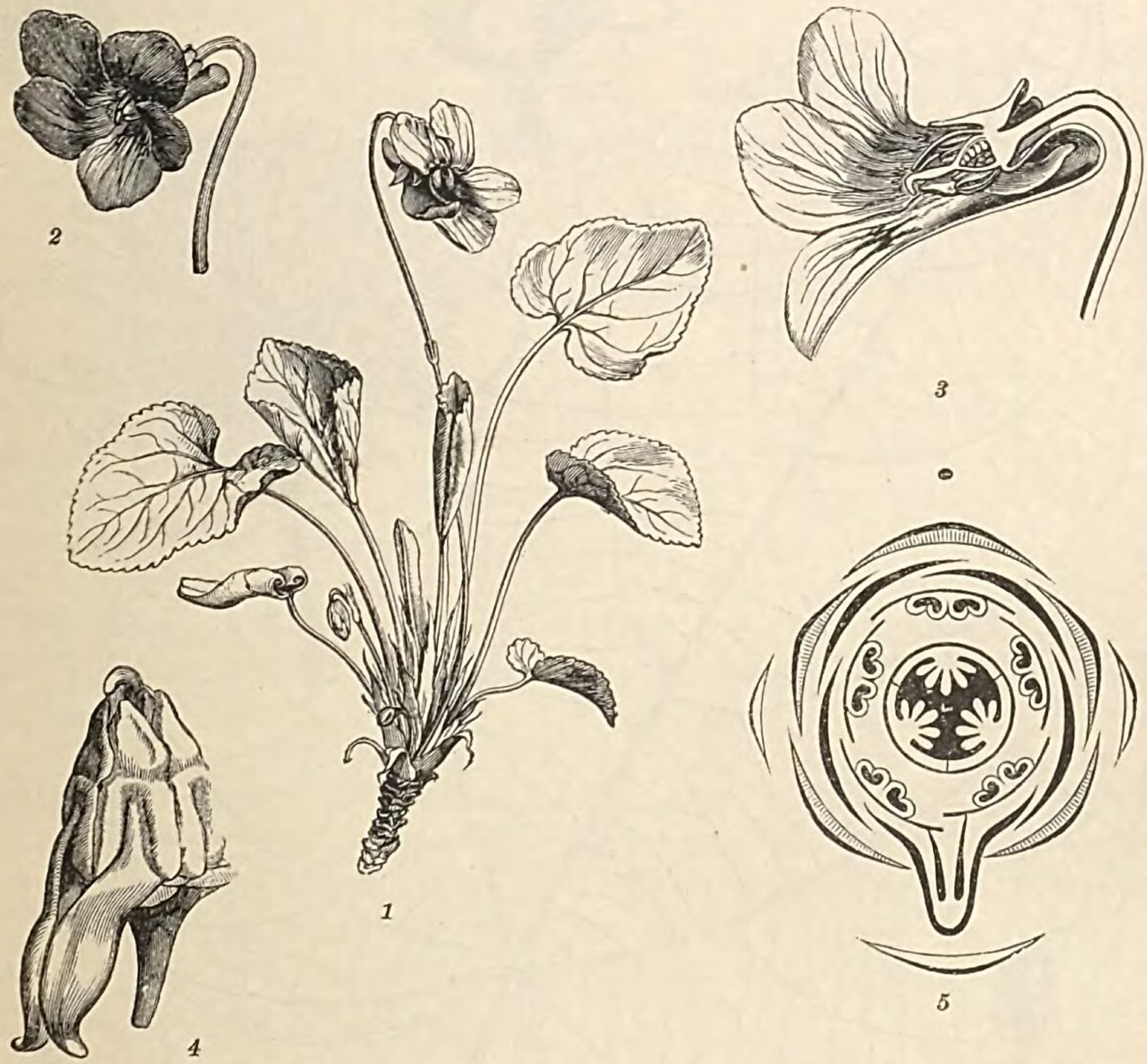


Fig. 165. *Viola odorata.* 1 Blühende Pflanze; 2 Blüte; 3 dieselbe im Längsschnitte; 4 Androeceum; 5 Diagramm (nach BAILLON).

178. Familie. Violaceae.

Die Blüten sind bis auf den Fruchtblattkreis 5gliedrig, zwittrig, strahlig oder zygomorph. Der Fruchtknoten ist 3blättrig, 1fächrig mit vielen Samenanlagen an den wandständigen Samenleisten. Die Frucht ist kapsel- oder beerenartig. Die Samen umschliessen einen geraden Keimling in fleischigem Nährgewebe. — Kräuter oder Holzgewächse mit spiralig gestellten Blättern und Nebenblättern.

Die *Alsodeieae* haben fast oder ganz regelmässige Blüten und Staubblätter ohne Anhängsel. Fast nur in den Tropen. — Die *Violeae* besitzen zygomorphe Blüten, die zwei vorderen Staubblätter sind gespornt. *Viola* ist in den gemässigten Zonen verbreitet; viele Arten

finden sich auch in dem andinen Gebiete mit echt alpiner Tracht: *V. odorata,* das *Veilchen* (Fig. 165), war früher offizinell, *V. tricolor* liefert die offizinelle *Herba Calcatrippae.* Die Arten von *Ionidium* wachsen in Amerika und Afrika, *I. Ipecacuanha* aus Südamerika hat eine stark brechenerregende Wurzel.

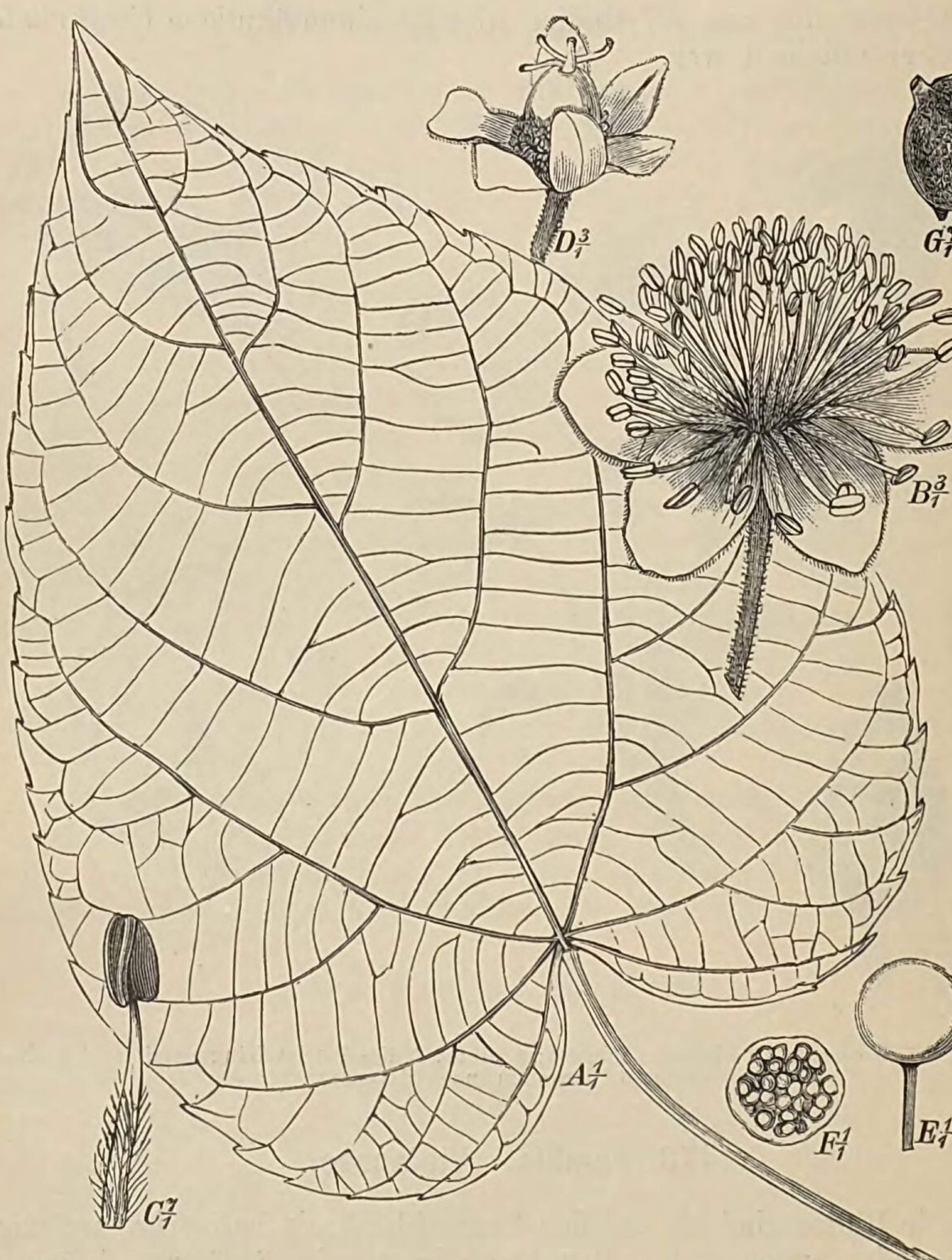


Fig. 166. *Idesia polycarpa.* *A* Blatt; *B* männliche Blüte; *C* Staubblatt; *D* weibliche Blüte; *E* Frucht; *F* dieselbe im Querschnitte; *G* Same (nach KOEHNE).

Morphologie. Bei *Viola* sind stets achselständige, meist lang gestielte Einzelblüten entwickelt, bei *Ionidium* sind sie in Trauben, bei *Alsodeia* zuweilen in Rispen mit wickeligen Ausgängen geordnet. Neben den grossen, lebhaft gefärbten Blüten finden sich bisweilen unansehnliche kleistogame, die dann allein Früchte zu bringen pflegen, z. B. bei *Viola odorata;* sehr eigentümlich äussert

sich das Verhältnis bei *V. mirabilis*, wo die ersteren lang gestielt sind und aus den Niederblättern hervorbrechen, während die letzteren in den Achseln der Laubblätter erscheinen.

179. Familie. Flacourtiaceae.

Sie macht eine sehr formenreiche Gruppe tropischer Holzgewächse aus mit spiralig gestellten Blättern; die Blüten sind strahlig, häufig durch Fehlschlag getrenntgeschlechtlich und mit vielen Staubblättern versehen.

Pangium edule hat sehr grosse, im frischen Zustande giftige Samen, aus denen Oel gepresst wird; *Idesia polycarpa* (Fig. 166), ein hoher Baum Japans mit orangeroten Beeren, wird in wärmeren Teilen Deutschlands kultiviert.

180. Familie. Turneraceae.

Die Blüten sind strahlig, zwittrig, durch alle Kreise bis auf den Fruchtblattkreis 5gliedrig, perigynisch. Die Blumenblätter haben gedrehte Knospenlage. Der Fruchtknoten wird aus 3 Blättern zusammengesetzt; er ist 1fächrig mit wandständigen Samenleisten, die zahlreiche Samenanlagen tragen. Die Kapsel ist 3klappig, die Samen werden von einem Arillus umgeben und umschliessen ein Nährgewebe. — Kräuter oder Sträucher mit spiralig gestellten, meist ganzen Blättern und einzelnen achselständigen oder wickelig verketteten Blüten.

Turnera aphrodisiaca aus Mexiko und *T. diffusa* von dort und den Antillen liefern die als Aphrodisiacum geschätzte *Damiana*.

Morphologie. Die Deckblätter sind oft an den Blütenstielen so hoch heraufgehoben, dass die Blüten zwischen den Vorblättern auf den ersteren zu reiten scheinen. Die Schuppen am Grunde der Blumenblätter werden gewöhnlich mit den Coronagebilden der Passifloraceae homolog gesetzt.

181. Familie. Malesherbiaceae.

Sie ist eine kleine, dem Westen Südamerikas eigentümliche Familie, die sich von der folgenden hauptsächlich durch Griffel unterscheidet, welche unterhalb der Fruchtknotenspitze sitzen; den Samen fehlt der Arillus. Der grösste Teil der Arten von *Malesherbia* wächst in Chile.

182. Familie. Passifloraceae.

Die Blüten sind strahlig, zwittrig oder durch Fehlschlag getrenntgeschlechtlich, perigynisch und zeigen häufig am Grunde der Blumenblätter eine vielstrahlige Corona. Staubblätter sind 5, seltener viele unterhalb des Fruchtknotens auf einem mehr oder weniger entwickelten Androgynophor befestigt. Der Fruchtknoten ist 1fächrig,

meist mit vielen Samenanlagen. Die Frucht ist kapsel- oder beerenartig, im letzten Falle zuweilen auch aufspringend. Der Same trägt meist einen Arillus und enthält Nährgewebe. — Kräuter oder Sträucher, meist durch Ranken kletternd, mit häufig gelappten und mit Nebenblättern versehenen Blättern, an denen oft schüsselförmige, extranuptiale Nektarien sitzen. Blüten einzeln oder traubig, seltener cymös.

Die *Passifloreae* sind durch ein Androgynophor ausgezeichnet und meist zwittrig. Das Holzprosenchym ist hofgetüpfelt. *P. coerulea*, wie die meisten Arten aus Amerika stammend, wird häufig kultiviert, *P. edulis* liefert die essbaren *Grenadillas*.

Die *Acharieae* sind stets getrenntgeschlechtlich, ein Androgynophor ist nicht entwickelt, die Staubblätter sitzen auf dem Grunde der Blütenröhre oder am Saume derselben; das Holzprosenchym ist einfach getüpfelt. *Adenia* (*Modecca*) findet sich in Afrika und Südasien.

Morphologie. An den mit Ranken versehenen Arten der Gattung *Passiflora*, z. B. *P. coerulea*, müssen jene als Seitenzweige aus den Achseln der Laubblätter aufgefasst werden, die Blüte ist dann der unterste Seitenstrahl derselben. Ihr Deckblatt ist an dem Blütenstiel in die Höhe gehoben und bildet mit den beiden gleichgestalteten, nach hinten konvergierenden Vorblättern das hier und bei anderen Arten häufig vorkommende, 3blättrige Involucrum.. Zum Deckblatte hat dann der Kelch die gewöhnliche Stellung, der zufolge das unpaare zweite Kelchblatt nach hinten fällt; zuweilen entwickelt sich auf der entgegengesetzten Seite der Ranke eine mit der ersten Blüte gegenläufige zweite. Da der Zweig durch die Ranke abgeschlossen wird, so ist eine weitere Bereicherung durch Sprossenbildung unmöglich; um dieselbe zu bewerkstelligen, tritt eine obere Beiknospe in Funktion. Die Pollenübertragung wird durch Insekten, in Amerika aber vielfach von Kolibris übernommen. Die Vögel besuchen auch die Arten, welche keinen Honig absondern, sie suchen den Blütengrund nach Insekten ab, die wahrscheinlich durch die Corona verhindert werden, die Blüten zu verlassen.

183. Familie. Caricaceae.

Die Blüten sind strahlig, getrenntgeschlechtlich mit verwachsener, röhriger Blumenkrone, doppeltem Staubblattkreise und hypogynischer Insertion. Der Fruchtknoten ist 3—5blättrig, 1fächrig und trägt viele Samenanlagen an den wandständigen Samenleisten. Die Frucht ist beerenartig, die Samen umschliessen Nährgewebe. — Holzgewächse mit spiralig gestellten, einfachen oder handförmig geteilten, nebenblattlosen oder mit interpetiolaren Nebenblättern versehenen Blättern. Milchsaft in verzweigten und gegliederten Röhren. — Alle Arten bis auf eine afrikanische sind in Amerika heimisch. *Carica Papaya*, der *Melonenbaum*, hat essbare Früchte; der Milchsaft enthält *Papayin*, das Eiweiss und Fleisch sehr schnell in löslichen Zustand überführt.

184. Familie. Loasaceae.

Die Blüten sind strahlig, zwittrig, 5gliedrig mit konkaven Blumenblättern und vielen, häufig in epipetale Gruppen zusammengefassten Staubblättern; die episepalen sind oft in Staminodien umgebildet, die aussen von Nektarschuppen umgeben werden. Der Fruchtknoten ist unterständig, 1fächrig, und wird häufig aus 3 Fruchtblättern zusammengesetzt; die vielen oder nur wenigen Samenanlagen sitzen meist an den wandständigen Samenleisten. Die Kapseln sind zuweilen spiralig gedreht; die Samen umschliessen ein Nährgewebe. — Kräuter, selten Holzgewächse, nicht selten windend mit spiralig gestellten oder kreuzgegenständigen, ganzen oder gelappten oder fiederspaltigen, nebenblattlosen Blättern, die häufig Brennhaare tragen.

Cajophora lateritia ist eine häufig kultivierte Schlingpflanze mit roten Blüten, sie ist wie die übrigen Arten in Amerika heimisch; nur *Kissenia spathulata* ist altweltlich und in Damaraland und auf der Südspitze von Arabien verbreitet.

185. Familie. Begoniaceae.

Die Blüten sind asymmetrisch, getrenntgeschlechtlich, 1häusig. Die männlichen haben meist 2 Kelchblätter, 2—6 oder keine Blumen- und viele Staubblätter; die Blütenhüllblätter der weiblichen Blüte wechseln ebenfalls zwischen 2 und 8; der meist 3blättrige Fruchtknoten ist unterständig, 3fächrig und gewöhnlich mit 3 doppelten, innenwinkelständigen Samenleisten versehen, welche zahlreiche Samenanlagen tragen. Die Früchte sind meist kapsel-, selten beerenartig mit kleinen Samen. — Kräuter oder Halbsträucher zuweilen mit knolliger Grundachse und gewöhnlich spiralig gestellten, schiefen, ganzen oder gelappten, von Nebenblättern begleiteten Blättern und cymösen Blütenständen; markständige Gefässbündel sind nicht selten.

Von der Gattung *Begonia,* die in den Tropen der Alten, besonders aber der Neuen Welt wächst, werden viele Arten und Bastarde der Blätter, *B. Rex, B. discolor*, manche aber auch der schönen Blüten halber kultiviert (*B. semperflorens,* die dunkelrotblütige *B. Veitchii*).

186. Familie. Datiscaceae.

Kräuter oder Holzgewächse mit einfachen oder gefiederten Blättern und kleinen in Trauben geordneten, getrenntgeschlechtlich 2häusigen Blüten.

Datisca cannabina ist im Orient heimisch.

21. Reihe. Opuntiales.

Blüten aussen spiralig, innen cyklisch gebaut; der Kelch geht allmählich in die Krone über. Staubblätter meist viele, selten nur 10,

an der Blütenröhre angewachsen; Fruchtknoten unterständig, aus 4 bis vielen Fruchtblättern zusammengesetzt.

187. Familie. Cactaceae.

Die Blüten sind strahlig oder seltener zygomorph, zwittrig mit röhriger Achse, an der in aufsteigender Grösse die Blütenhüllblätter angewachsen sind; die äusseren sind oft grün und kelchartig, die inneren stets blumenblattartig. Die Staubblätter sind meist der Röhre angewachsen, seltener sitzen einige auf einer mehr oder weniger deutlichen Vertiefung des Fruchtknotenendes. Der Fruchtknoten ist meist 1fächrig mit 4 bis vielen wandständigen Samenleisten, die gewöhnlich zahlreiche, gewendete Samenanlagen tragen; selten erheben sich diese vom Grunde des Fruchtknotens. Der Griffel ist einfach, mit so vielen Narbenstrahlen als Samenleisten vorhanden sind. Die Früchte sind beerenartig mit meist vielen Samen, die einen geraden oder hakenförmig oder spiralig gekrümmten Keimling in fleischigem, spärlichem Nährgewebe einschliessen. — Meist saftige, fleischige, später zuweilen baumartige Gewächse mit kleinen, schuppigen, abtrocknenden, selten breiten, laubigen Blättern. Der Stamm wird von geraden oder gewundenen Rippen durchlaufen oder ist mit Warzen bedeckt, auf denen runde, in der Regel behaarte Flecke (Areolen) sitzen; diese tragen sehr mannigfach gestaltete Stacheln und meist auch die einzeln, selten zu mehreren erscheinenden Blüten; bei den Formen mit laubigen Blättern setzen letztere zuweilen Rispen zusammen. Die Cactaceae sind sehr reich an Schleimzellen und aussen oft durch Drusen von oxalsaurem Kalk in den Epidermiszellen wie gepflastert.

Die *Peireskioideae* haben breite, laubartige Blätter und kurze radförmige Blüten; Glochiden (Widerhakenstachelchen) sind nicht vorhanden. *Peireskia aculeata* aus Südamerika entwickelt neben blühenden Kurztrieben lange, durch rückwärts gekrümmte Stacheln sich festhaltende Klimmzweige.

Die *Opuntioideae* haben zuweilen grössere, cylindrische Blätter; neben den einfachen Stacheln stecken in dem Polster der Areolen zahllose kleine Glochiden. Die Stämme bauen sich gewöhnlich aus flachen, dick blattartigen Gliedern auf: *Opuntia Ficus indica* (*indische Feige*) liefert essbare Früchte, die schon in Italien als Volksnahrungsmittel dienen; auf *O. Tuna* und *Nopalea coccinellifera* wird die *Cochenilleschildlaus* gezogen.

Die *Cereoideae* haben stets nur schuppenförmige Blätter, einfache Stacheln und einen meist aus cylindrischen, seltener blattartigen Gliedern aufgebauten Stamm.

Die *Echinocacteae* sind mit trichterförmigen Blumenkronen versehen, die Blüten treten aus den Areolen. *Cereus giganteus* aus Mexiko erreicht die Höhe von 15 m; seine Früchte sind sehr wohlschmeckend; *Phyllocactus phyllanthoides*, ebenfalls aus Mexiko, mit blattartigen Gliedern ist der in Stuben am häufigsten kultivierte Kaktus; *Epiphyllum truncatum* aus der Umgebung von Rio de Janeiro in Brasilien hat auffallend zygomorphe Blüten; es wird in vielen Farbenvarietäten

und Bastarden gezogen. — Die *Mamillarieae* unterscheiden sich dadurch, dass die Blüten oberhalb der Warzen aus den Achseln entspringen: *M. elongata*, eine verhältnissmässig dünne Art mit kurzen Warzen, *M. uberiformis* mit fingerförmigen Warzen aus Mexiko, gehören zu den am häufigsten kultivierten Arten. — Die *Rhipsalideae* besitzen kleine, radförmige Blumenkronen: *R. Cassytha* mit bindfadenartigen Stengeln lebt epiphytisch und ist in Südamerika verbreitet, aber auch im tropischen Afrika an vielen Orten gemein.

Morphologie. Die Warzen der Cactaceae sind die übermässig vergrösserten Blattpolster; ihre charakteristische Behaarung und Bestachelung ist schon in den Achseln der laubigen Blätter von *Peireskia* wahrzunehmen. Die Stacheln sind Emergenzen aus den Achseln, die in aufsteigender Reihe und symmetrischer Aufstellung erscheinen; wo durch die Dehnung im Achselgrunde neue Räume frei werden, stellen sich auch weitere Stacheln ein, die dann zuweilen in mehreren Reihen angeordnet sind. Häufig bilden sich besonders grosse, oftmals auch abweichend gestaltete Zentralstacheln aus. Am Scheitel fliesst die Filzbekleidung der genäherten Areolen nicht selten zusammen, einen meist weissen Schopf bildend. Bei *Melocactus* verändert sich später die Natur des Filzes, indem er viel dichter und länger wird, die Stacheln dagegen werden dünner, pferdehaarartig. Auf diese Weise entsteht ein schopfartiges Gebilde, das man treffend mit einer Bärenmütze verglichen hat (Cephalium). Nicht wenige Arten zeigen auf dem Fruchtknoten und an der Blumenkronenröhre ebenfalls Schuppen mit Achselwolle und Stacheln, ja, es können aus den Achseln derselben wieder Blüten hervortreten (*Peireskia Bleo*).

Die Samenträger sind oft sehr lang und auf der Seite, nach welcher die Mikropyle gewendet ist, mit einer Rinne versehen, in welche die Mikropyle eingesenkt ist; der Pollenschlauch nimmt in jener seinen Weg und wird so in die Mikropyle hineingeführt.

Die Befruchtung wird allermeist durch Insekten (vielleicht auch durch Kolibris) vermittelt, doch ist bei einigen kleinblütigen Arten Selbstbestäubung bestimmt wirksam.

22. Reihe. Thymelaeales.

Blüten cyklisch, mit einfacher oder doppelter, dann in Kelch und Krone geschiedener Hülle, in der Regel strahlig. Fruchtknoten aus 1—4 Blättern zusammengesetzt, oberständig mit einzelnen oder wenigen Samenanlagen.

188. Familie. Penaeaceae.

Sie ist eine kleine, ausschliesslich dem Kap eigene Gruppe aus niedrigen Sträuchern mit lederartigen Blättern und teilweise ansehnlichen Blüten bestehend; der Hauptcharakter liegt in dem 4fächrigen Fruchtknoten. *Sarcocolla squamosa* hat prächtige, purpurrote Blüten.

189. Familie. Thymelaeaceae.

Die Blüten sind strahlig, gewöhnlich zwittrig mit einfacher oder doppelter, 4—5zipfliger, präsentiertellerförmiger Blütenhülle, die Blumenblätter nicht selten auf 4 (5) oder 8 (10) Schuppen reduziert. Die Staubblätter sind in einfacher oder doppelter oder nur der halben Zahl der Hüllzipfel vorhanden und in der Röhre befestigt. Der Fruchtknoten ist oberständig und sitzt oft auf einer Honig absondernden Scheibe, er ist meist 1fächrig mit einer gewendeten, hängenden Samenanlage. Die Frucht ist steinfrucht- oder nussartig; der gerade Keimling liegt in einem spärlichen Nährgewebe. — Meist Sträucher mit ganzrandigen, häufig spiralig gestellten, nebenblattlosen Blättern. Blüten häufig kopfförmig gedrängt. Die Rinde enthält ausnahmslos einen reichlichen, stark seidenglänzenden Bast, ausserdem ist markständiges Leptom vertreten.

Daphne Mezereum, der *Seidelbast*, dessen rosenrote Blüten bei uns als die ersten im Frühlinge erscheinen, hat keine Blumenblätter; die früher offizinelle Rinde ist scharf giftig, die Beeren sind rot. Der Bast von *Lagetta lintearia* gleicht einem spitzenartigen Gewebe und wird auch von Frauen getragen. *Edgeworthia papyrifera* gibt vortreffliches Material für gewisse japanische Papiere. Mehrere Gattungen sind ausschliesslich oder fast allein am Kap in vielen Arten entwickelt, z. B. *Struthiola*, andere in Australien, z. B. *Pimelea*.

190. Familie. Elaeagnaceae.

Die Blüten sind strahlig, häufig 2häusig mit einfacher, 4zipfliger, präsentiertellerförmiger Blütenhülle. Staubblätter sind 4 oder 8 vorhanden. Der 1fächrige Fruchtknoten wird eng von der Röhre umschlossen, die oberhalb desselben später abbricht, während der untere Teil eine äussere Fruchthülle bildet; im Fruchtknoten befindet sich eine einzelne, gewendete, aufrechte Samenanlage. Die Frucht ist steinfruchtartig und umschliesst einen geraden Keimling in spärlichstem Nährgewebe.— Bäume oder Sträucher mit meist abwechselnden Blättern und achselständigen, einzelnen oder gebüschelten Blüten. Die jungen Teile und Blätter sind mit silberglänzenden oder bräunlichen Schuppen bekleidet. *Elaeagnus angustifolia* mit zwittrigen Blüten wird als *Silberweide*, wilder *Oelbaum* häufig kultiviert, sie stammt aus Südeuropa; *Hippophaës rhamnoides* mit 2häusigen Blüten und gelben Beeren ist ein an den Küsten (*Sanddorn*) und den Alpen häufiger, Gestrüpp bildender Dornstrauch.

23. Reihe. Myrtiflorae.

Blüten cyklisch; die Hülle in Kelch und Krone gesondert, mit peri- oder epigynischer Insertion. Blätter häufig kreuzgegen- oder quirlständig.

191. Familie. Lythraceae.

Die Blüten sind strahlig oder zygomorph, zwittrig, zuweilen apetal mit perigynischer Insertion. Die Kelchzipfel decken klappig und sind mit Zwischenzipfeln versehen. Die Staubblätter stehen gewöhnlich in 2 Kreisen, selten sind mehr oder weniger (bis 1). Die Samenanlagen sitzen meist zahlreich an innenwinkelständigen Samenleisten. Die Frucht ist kapselartig; die Samen besitzen kein Nährgewebe. — Kräuter oder Holzgewächse mit ganzen, kreuzgegenständigen Blättern und kleinen Nebenblättern; Blüten in Trauben oder Rispen oder cymös geordnet. Markständiges Leptom ist entwickelt.

Die *Lythreae* besitzen einen oberwärts nicht gefächerten Fruchtknoten. *Lythrum Salicaria*, der *Blutweiderich*, ist bei uns an feuchten Orten gemein. *Cuphea* ist eine artenreiche amerikanische Gattung und hat viele Zierpflanzen geliefert, z. B. *C. cyanea* (*C. strigillosa*).

Die *Nesaeeae* haben einen durchgehends gefächerten Fruchtknoten. *Lawsonia inermis* liefert die von den muhammedanischen Völkern Asiens und Afrikas als Färbemittel geschätzte *Henna*.

Morphologie. Koehne hat theoretisch die ausserordentlich mannigfaltigen Blütenbildungen auf einen obdiplostemonen Typus zurückgeführt, von dem er sie durch Spaltungen und Fehlschläge ableitete. Eigentümlich sind bei *Cuphea* vorkommende Emporhebungen der axillären Einzelblüten aus der Blattachsel bis zur Höhe des nächsten Blattpaares, zwischen dessen Elementen sie angeheftet sind. Indem nur die Achsel des einen Blattes jeden Paares und zwar immer das gleichgelagerte eine Blüte hervorbringt, das andere einen vegetativen Zweig, bilden jene und diese je zwei rechtwinkelig divergierende Reihen. Stehen die Blüten dann an der Spitze der Sprosse dicht gedrängt nebeneinander, so sieht die echt monopodiale Infloreszenz einer Wickel ähnlich.

Die Pollenübertragung geschieht in den grossblütigen Formen durch Insekten; bei *Lythrum Salicaria* ist die Trimorphie der Blüten bemerkenswert, indem die verschiedenen Stöcke lang-, kurz- und mittelgriffelige Blüten erzeugen.

192. Familie. Sonneratiaceae.

Diese kleine, nur eine Gattung umschliessende Familie enthält Holzgewächse mit ansehnlichen, polyandrischen Blüten und kreuzgegenständigen, ganzrandigen, etwas fleischigen Blättern. *Sonneratia acida* mit grossen, weissen Blüten ist einer der charakteristischen Strandbäume des Indischen Ozeans; aus seinem reichen, im Schlamme versenkten Wurzelgeflecht erheben sich zahlreiche, bis 1,5 m hohe und 5 cm dicke, senkrechte, negativ geotrope (aërotrope) Wurzeln, die als Atmungsorgane erkannt worden sind.

193. Familie. Punicaceae.

Die ansehnlichen Blüten sind zwittrig und strahlig, mit doppelter, 5—7 zähliger Blütenhülle und vielen Staubblättern. Der kreiselförmige, unterständige Fruchtknoten ist vielfächrig und enthält in 2 übereinander stehenden Stockwerken zahllose Samenanlagen. Die Frucht ist eine Beere mit lederartiger Wandung; die Samen haben eine saftige Schale. Die 2 Arten, von denen eine nur auf Sokotra wächst, die andere *Punica Granatum* (*Granatapfel*) häufig kultiviert wird, sind Holzgewächse mit kleinen, 'abfälligen Blättern und einzelnen, achselständigen, schön roten Blüten. Sie besitzen markständiges Leptom; die Wurzelrinde ist ein geschätztes Bandwurmmittel.

194. Familie. Lecythidaceae.

Die Blüten sind strahlig oder in Krone und Androeceum zuweilen zygomorph, manchmal apetal; die zahlreichen Staubblätter sind verwachsen, zuweilen sitzen sie auf einem zungenförmigen, einseitig ausgezogenen Organ, häufig sind einige steril, in der Knospenlage sind sie eingebogen. Der ganz oder halb unterständige, 2—6 fächrige Fruchtknoten enthält gewöhnlich viele Samenanlagen in jedem Fache. Die Früchte sind beeren- oder kapselartig, beide werden oft durch einen Deckel geöffnet. — Holzgewächse mit spiralig gestellten nebenblattlosen Blättern und rindenständigen Gefässbündeln.

Lecythis ollaria, der *Topfbaum*, hat grosse Kapselfrüchte. *Bertholletia excelsa,* ebenfalls durch Kapseln ausgezeichnet, die mittels eines Deckels aufspringen, liefert die *Paranüsse*; beide sind in Südamerika heimisch. *Barringtonia speciosa* hat grosse, pyramidenförmige Früchte, die vermöge ihres lückigen Schwimmgewebes vom Meere weit verbreitet werden können; sie ist einer der häufigsten Strandbäume von den Komoren bis Neukaledonien und den Gesellschaftsinseln.

Morphologie. Der Bau des Androeceums weist zahlreiche Abwandlungen auf. Unter den mit strahligem Baue ist das Androeceum von *Napoleona* bemerkenswert: frühere Autoren hatten den Cyklus, welcher auf den klappigen Kelch folgt, für eine gamopetale vielzähnige Blumenkrone gehalten, jetzt betrachtet man ihn als einen aus Staminodien verwachsenen Schauapparat von corollinischem Aussehen; auf ihn folgen noch 2 weitere Staminodialkreise; erst der vierte Kreis enthält abwechselnd fruchtbare Staubblätter. Bei den *Lecythidoideae* sind die Staubblätter am Grunde zu einer gleichmässigen Röhre verbunden oder diese ist einseitig zu einem zungen- oder helmförmigen Körper ausgezogen, der über die zentralgestellten Staubgefässe gebogen ist und entweder fruchtbare (*Curupita*) oder sterile Staubblätter (*Lecythis*) trägt; *Cercophora anomala* ist dadurch gekennzeichnet, dass der helmartige Teil plötzlich in einen Schwanz verschmälert ist.

Die Pollenübertragung findet wohl überall wegen der Grösse der Blüten unter Mithilfe von Insekten, vielleicht auch von Vögeln statt.

195. Familie. Rhizophoraceae.

Die Blüten sind strahlig, zwittrig oder durch Fehlschlag polygamisch, selten apetal. Kelch und Blumenkrone gewöhnlich 4- bis 8gliedrig. Staubblätter sind meist viele vorhanden, alle fertil. Der Fruchtknoten ist meist unterständig, meist 2—5fächrig, und in jedem Fache finden sich meist 2 hängende Samenanlagen an der innenwinkelständigen Samenleiste. Die Früchte sind gewöhnlich beeren-, selten kapselartig. Der häufig chlorophyllhaltige Keimling hat meist eine sehr grosse Wurzel, welche schon auf den Bäumen die Frucht an der Spitze durchbricht; nach Austrieb des zweiten Blattpaares löst sich die Keimpflanze und bohrt sich beim Falle durch ihr beträchtliches Eigengewicht in den Schlamm. — Holzgewächse meist mit kreuzgegenständigen, lederartigen Blättern und abfälligen, scheidenförmigen Nebenblättern. Blüten einzeln achselständig oder in Cymen. — Sie bewohnen sämtlich die Küsten der tropischen Gegenden, *Rhizophora Mangle* in Südamerika, *R. mucronata* in Afrika und Asien. *Bruguiera gymnorrhiza* teilt die Verbreitung der letzteren Art.

Morphologie. Die *Rhizophoraceae* sind, soweit sie als Strandpflanzen einen erheblichen Bestandteil der *Mangrove*formation ausmachen, wie die meisten Strandpflanzen Xerophyten. Die Epidermis ist häufig mehrschichtig und stark kutikularisiert; die Spaltöffnungen liegen eingesenkt. Unter ihr befindet sich ein häufig mehrschichtiges hyalines Wassergewebe. Diese Einrichtungen setzen die Verdunstung herab und verhindern dadurch die übermässige Einführung salzhaltigen Wassers und die für die Pflanze schädliche Salzspeicherung. Die Arten, welche in der bewegten See wachsen, werden durch aus dem Stamme entspringende und auch aus den Zweigen sich herabsenkende Luftwurzeln im Schlamme festgehalten. Um den Gasaustausch zu erleichtern, besitzen sie entweder grosse Lenticellen (*Rhizophora*) oder blättrigen Kork (*Bruguiera*); bei *Ceriops* sind die oben von *Sonneratia acida* erwähnten, fingerförmigen, negativ geotropischen Wurzeln vorhanden; einen ähnlichen Zweck haben die knieförmig gebogenen Wurzelteile von *Bruguiera*, welche ebenfalls über das Wasser ragen.

196. Familie. Myrtaceae.

Die Blüten sind strahlig und zwittrig. Kelch und Blumenkrone meist 4—5gliedrig. Staubblätter sind viele vorhanden und zuweilen in Bündel verwachsen, nur sehr selten ist das Androeceum zygomorph. Der unterständige Fruchtknoten ist 2- bis vielfächrig, seltener 1fächrig, mit vielen, seltener nur einzelnen Samenanlagen in jedem Fache. Die Samen besitzen meist kein Nährgewebe. — Holzgewächse mit kreuzgegenständigen oder spiralig gestellten, meist immergrünen, nebenblattlosen Blättern mit zahlreichen kugelförmigen, lysigenen Sekretlücken und markständigem Leptom.

Die *Myrtoideae* haben Beerenfrüchte und stets kreuzgegenständige Blätter. — *Myrtus communis*, die gemeine *Myrte*, eine überall gekannte Topfpflanze, gehört dem Mittelmeergebiete an. Die unreifen, getrockneten Beeren von *Pimenta officinalis* aus Westindien liefern das englische oder neue Gewürz (*Nelkenpfeffer*). *Jambosa aromatica* (Fig. 167) (*Caryophyllus aromaticus*) von den Molukken gibt in den getrockneten Blütenknospen die Gewürznelken. *Psidium Guajava* besitzt Früchte, die in den Tropen sehr geschätzt werden.

Die *Leptospermoideae* sind durch Kapselfrüchte ausgezeichnet, die meist auf dem Scheitel aufspringen. *Eucalyptus globulus* (*Fieberbaum* oder *Blauer Gummibaum*) ist wie die anderen Arten der Gattung reich an ätherischem Oel und wird wegen seines ausserordentlich schnellen Wachstums überall in wärmeren, besonders sumpfigen Gegenden kultiviert. Er entzieht dem Boden sehr schnell das Wasser und wirkt somit fieberbeseitigend. Er und mehrere andere Arten erreichen eine sehr bedeutende Höhe, so *E. salicifolius* bis 150 m; fast alle sind australisch. *Melaleuca Leucadendron* von den grossen Sundainseln gibt *Cajeputöl.*

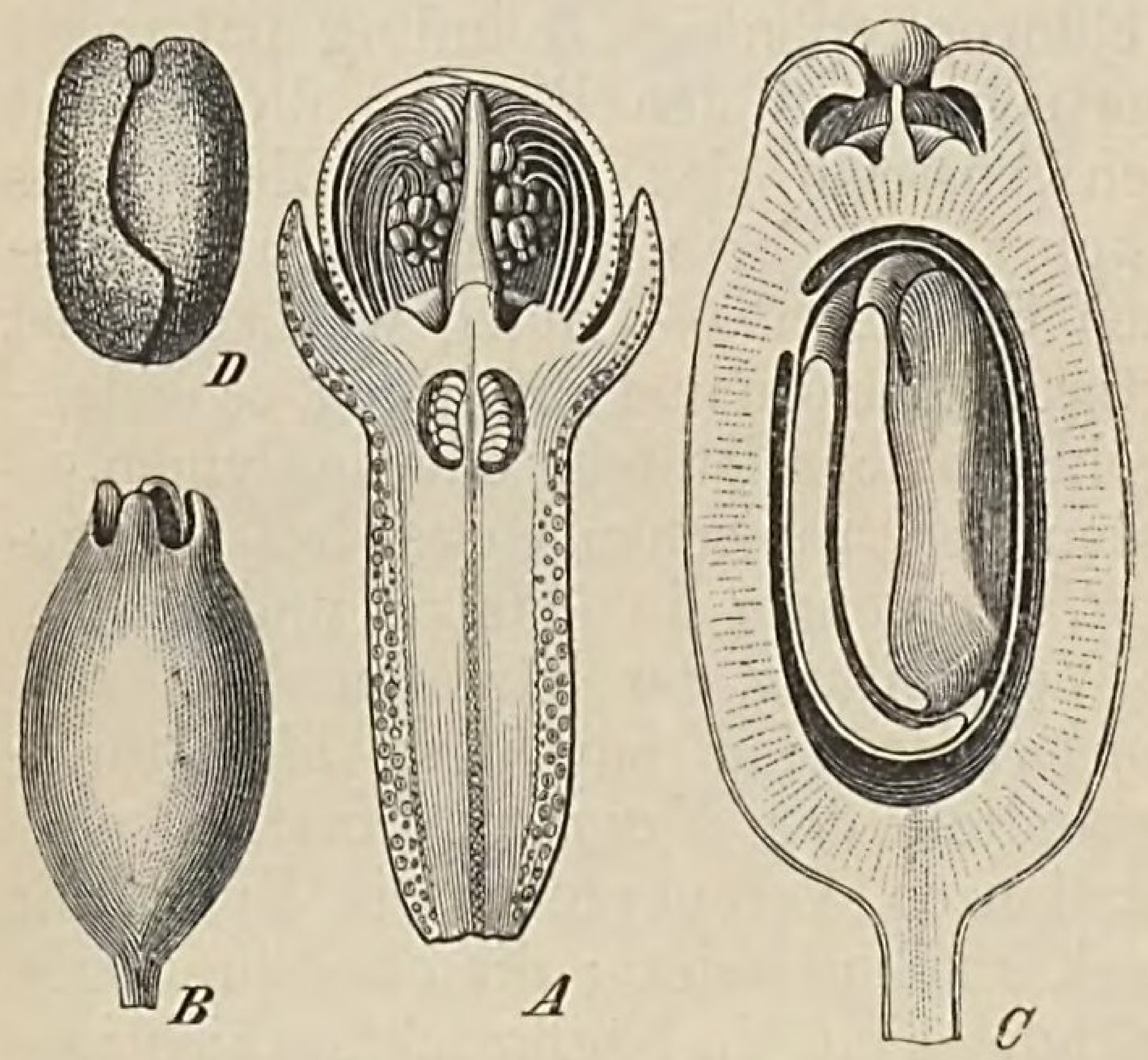


Fig. 167. *Jamborasa aromatica.* *A* Blütenknospe im Längsschnitte; *B* Frucht; *C* dieselbe im Längsschnitte; *D* Keimling (nach LUERSSEN).

Morphologie. Als Blütentypus sieht EICHLER den diplostemonen Bau an, von dem er durch Spaltung und Fehlschlag die realen Diagramme ableitet. Den einfachsten Fall zeigen die Gattungen *Tryptomene* und *Scholtzia* mit 5 episepalen Staubblättern. Die Kelchblätter sind bisweilen, seltener auch die Blumenblätter so fest miteinander verbunden, dass sie nicht mehr gelöst und deshalb oft kappenförmig abgestossen werden (*Calyptrocalyx*, letzteres bei vielen *Eucalyptus*arten). Zuweilen sind die Staubblätter sehr verlängert und auffallend gefärbt, sie wirken dann als Schauapparate (*Callistemon*, *Calothamnus*); in der letzterwähnten Gattung ist das Androeceum zygomorph.

Die Bestäubung wird fast allgemein durch Insekten vermittelt; an *Orthostemon Sellowianus* wurde beobachtet, dass die süssen Blumenblätter regelmässig durch Vögel abgefressen werden, die sich dabei mit Pollen beladen und ihn zu anderen Blüten übertragen.

197. Familie. Combretaceae.

Die Blüten sind strahlig, zwittrig oder getrenntgeschlechtlich, zuweilen durch Fehlschlag apetal, meist 4—5gliedrig. Die Staub-

blätter stehen in einfachem oder doppeltem Kreise. Der Fruchtknoten ist unterständig, 1fächrig und enthält 2—6 von der Decke herabhängende, gewendete Samenanlagen. Die Früchte sind steinfruchtartig, häufig geflügelt, einsamig. Der Same umschliesst kein Nährgewebe. — Holzgewächse, nicht selten lianenartig in den Bäumen aufsteigend, mit kreuzgegenständigen, ganzrandigen, nebenblattlosen Blättern und markständigem Leptom, den Tropen angehörig.

Terminalia Catappa wird in Ostindien häufig kultiviert, ist wahrscheinlich in den Molukken heimisch und hat wohlschmeckende Samen; *T. Chebula* von ebendort gibt die früher offizinellen *Myrobalanen*. — *Quisqualis indica* wird wegen der prächtigen roten Blütenrispen überall in den Tropen gezogen. *Lumnitzera racemosa* ist eine Charakterpflanze der malayischen *Mangrove*formation und zeigt die eigentümliche Kniebildung der Wurzeln, welche oben bei *Bruguiera* (Rhizophoraceae) erwähnt wurde.

198. Familie. Melastomataceae.

Die Blüten sind strahlig und zwittrig. Die Staubblätter stehen entweder in 2 Kreisen oder in mehreren und machen nicht selten durch eine Neigung nach vorn die Blüten zygomorph, die Beutel öffnen sich durch endständige Poren und sind mit Anhängseln versehen. Der Fruchtknoten ist fast stets unterständig, gefächert und umschliesst viele Samenanlagen in jedem Fache. Die Frucht ist kapsel- oder beerenartig. Die Samen sind klein mit gekrümmtem Keimlinge; sie enthalten kein Nährgewebe. — Kräuter oder Holzgewächse mit kreuzgegenständigen oder seltener wirtelig gestellten Blättern, die fast stets deutlich 3—5- oder 7nervig sind; Nebenblätter fehlen; sie haben markständiges Leptom. Die häufig ansehnlichen Blüten stehen oft in kreuzgegenständigen Rispen mit wickeligen Ausgängen.

Die *Melastomatoideae* haben vielsamige Früchte, die Samen stehen an innenwinkelständigen Samenleisten. Mehrere Arten von *Sonerila* werden wegen der bunten Blätter in Warmhäusern gezogen; ebenso *Medinilla magnifica* wegen der prachtvollen, grossen, rosenroten, hängenden Blütenstände. Zu dieser Gruppe gehört der grösste Teil der circa 1500 amerikanischen Arten.

Die *Astronioideae* haben vielsamige Früchte mit kleinen Samen an grund- oder wandständigen Samenleisten. Sie sind besonders dem malayischen Gebiete eigen.

Die *Memecyloideae* haben 1—2samige Beeren; die Gattung *Memecylon* findet sich in den Tropen der Alten Welt.

Morphologie. Die Blüten lassen sich leicht auf den obdiplostemonen Typus zurückführen, wobei die episepalen Staubblätter bald die grösseren, bald die kleineren sind. Die Staubbeutel sind in den Knospenlagen nach innen gebrochen und stecken zuweilen in Taschen, die durch Gewebebalken zwischen dem Fruchtknoten und der becherförmigen Blütenachse gebildet werden. Wenn man den unterständigen Fruchtknoten als einen oberständigen ansieht, der mit

der hohlen Blütenachse verwachsen ist, so sind diese Fruchtknoten mit lokalisierten Verbindungen als Zwischenformen für die Erklärung zu verwerten.

Die Elemente jedes Blattpaares sind stets rhythmisch ungleich gross; dieser Unterschied kann so weit gehen, dass der kleine Paarling um mehr als das 20fache hinter dem grossen zurücksteht. Bemerkenswert sind blasige Auftreibungen bei *Tococa, Maieta* u. s. w. am Grunde des Blattstieles; von der Rückseite des Blattes führt ein Eingang in die Blasen. Diese Hohlräume werden von Ameisen bewohnt.

Viele Arten sind durch prachtvolle Blüten oder durch auffallende Blütenstände gekennzeichnet, welche auf die Pollenübertragung durch Insekten hinweisen.

199. Familie. Oenotheraceae.

Die Blüten sind strahlig, seltener zygomorph, meist zwittrig und 2- oder 4gliedrig. Die Staubblätter stehen gewöhnlich in doppeltem Kreise, selten sind mehr oder weniger (12—1). Der Fruchtknoten ist unterständig und umschliesst gewöhnlich viele Samenanlagen in jedem Fache. — Meist Kräuter mit kreuzgegenständigen oder spiral gestellten Blättern, ohne Nebenblätter. Blüten einzeln achselständig oder häufig in endständigen Trauben. Markständiges Leptom ist verbreitet.

Die *Trapeae* haben einen halbunterständigen, 2fächrigen Fruchtknoten, mit je einer Samenanlage in jedem Fache. Die Frucht von *Trapa natans* hat meist 4 Dornen; der Same ist essbar. — Die *Oenothereae* haben einen vollkommen unterständigen Fruchtknoten. *Epilobium angustifolium* (*Weidenröschen*) mit grossen, dunkelrosenroten Blütentrauben ist in Deutschland an Rainen und Waldrändern häufig. *Oenothera* ist hauptsächlich in Nordamerika entwickelt: *O. biennis* von dort ist gegenwärtig bei uns, besonders an Eisenbahndämmen, sehr häufig. *Circaea lutetiana* (*Hexenkraut*), stellenweise häufig in Laubwäldern, hat Früchte, die durch Widerhakenhaare leicht verschleppt werden. Die altozeanische, besonders in Südamerika und dann in Neuseeland entwickelte Gattung *Fuchsia* wird in vielen Arten kultiviert; die besonders bevorzugten Formen sind vielfach aus Bastardierungen von *F. gracilis, F. globosa* u. a. hervorgegangen.

Morphologie. Die Blütendiagramme sind sehr mannigfaltig, werden aber in einem obdiplostemonen Typus vereint, aus dem sie wieder durch Abort abzuleiten sind. Ist nur ein Staubblattkreis vorhanden, so bleibt die episepale, der epipetale ist bei *Clarkia* zuweilen als Staminodien noch erkennbar. Apetale Formen sind *Fuchsia macrantha* und *Isnardia palustris;* die weitgehendste Reduktion bietet *Lopezia racemosa*, bei der nur noch ein Staubblatt und ein Staminodium gefunden wird. *Circaea* ist bemerkenswert dadurch, dass sich die diandrische Blüte bis in den Fruchtblattkreis aus kreuzgegenständigen Paaren von Blättern aufbaut. Die Vorblätter fehlen gewöhnlich, bei *Jussieua* und *Isnardia* sind sie aber entwickelt; Verzweigung findet aus ihnen nicht statt. Bei *Jussieua* finden sich an den Küsten spindelförmige, aërotrope Schwimmwurzeln.

200. Familie. Halorrhagidaceae.

Die Blüten sind strahlig, zwittrig oder getrenntgeschlechtlich, häufig durch Fehlschlag apetal. Die Staubblätter stehen gewöhnlich in 2 Kreisen; der unterständige Fruchtknoten enthält in jedem Fache eine hängende Samenanlage. Die Frucht ist nuss- oder steinfruchtartig; der Same enthält Nährgewebe. — Kräuter von verschiedener Tracht mit meist kleinen Blüten. Markständiges Leptom ist nicht vorhanden.

Die *Halorrhagideae* haben 2—4gliedrige Blüten mit gefächertem Fruchtknoten. *Myriophyllum verticillatum* und *M. spicatum* sind bei uns häufige Wassergewächse mit quirlständigen, tieffiederteiligen Blättern. *Halorrhagis* ist hauptsächlich in der südlich gemässigten Zone, besonders in Australien entwickelt.

Die *Gunnereae* besitzen einen 1fächrigen, mit einer Samenanlage versehenen Fruchtknoten und sind durch 2zählige, zuweilen apetale Blüten ausgezeichnet; letzteres trifft zu bei *Gunnera chilensis,* die wegen ihrer sehr grossen Blätter häufig kultiviert wird.

Die *Hippurideae* sind sehr abweichend gebaut, indem ihre Blüten nur aus einem vorn stehenden Staubblatt und einem hinten befindlichen Fruchtblatte bestehen; der Fruchtknoten enthält ebenfalls nur eine Samenanlage. *Hippuris vulgaris* ist in der gemässigten Zone der Alten Welt und in Südamerika verbreitet.

24. Reihe. Umbelliflorae.

Blüten gewöhnlich strahlig und zwittrig, mit doppelter, in Kelch und Krone gesonderter Hülle; von Staubblättern ist fast stets nur ein Kreis vorhanden. Der unterständige Fruchtknoten ist meist 2fächrig, in jedem Fache befindet sich eine hängende Samenanlage. Die Samen enthalten Nährgewebe. Blüten häufig in Dolden.

201. Familie. Araliaceae.

Die Blüten sind meist 5gliedrig; der Kelch ist nicht selten klein oder fehlt fast ganz. Staubblätter sind zuweilen mehr als Blütenhüllblätter vorhanden. Die Zahl der Fruchtblätter ist nicht selten grösser als 2. — Holzgewächse, seltener Kräuter mit meist spiralig gestellten, ganzen, gelappten, gefiederten oder zusammengesetzten Blättern, die am Grunde häufig scheidig erweitert sind oder Nebenblätter tragen. Die Blüten bilden meist Dolden oder Köpfchen, zuweilen Aehren, die wieder rispig verbunden werden.

Die *Aralieae* haben dachige Knospenlage der Blumenblätter. *Aralia* ist hauptsächlich in Ostasien entwickelt: *A. quinquefolia* liefert die in China und Japan als Heilmittel hochgeschätzte *Ginsengwurzel.*

Die *Panaceae* sind durch klappige Knospenlage der Blumenblätter und gleichförmiges Nährgewebe ausgezeichnet. — *Fatsia pa-*

pyrifera mit gelappten Blättern enthält ein weisses Mark, das als Material zur Herstellung des chinesischen *Reispapieres* dient.

Die *Hedereae* besitzen ebenfalls klappig deckende Blumenblätter, das Nährgewebe ist aber zerklüftet: *Hedera Helix,* der *Epheu*, wächst in Europa und Asien und wird in vielen Blattvarietäten kultiviert.

202. Familie. Umbelliferae.

Die Blüten sind strahlig oder durch verschiedene Grösse der Blumenblätter etwas zygomorph und bis auf den 2gliedrigen Fruchtknoten 5gliedrig, gewöhnlich zwittrig; unterhalb der beiden Griffel ist eine Discuswucherung (Griffelpolster); in jedem Fache befindet sich eine von dem Gipfel herabhängende, gewendete Samenanlage. Die Frucht zerfällt in 2 Teilfrüchte, die von einem oben gespaltenen Fruchtträger herabhängen; jede Hälfte wird von 3 rückenständigen Carinal- und 2 seitenständigen Kommissuralrippen durchzogen (Hauptrippen); zwischen ihnen finden sich zuweilen 4 Nebenrippen; die Rippen werden durch die Thälchen voneinander geschieden. Unter den Thälchen verlaufen gewöhnlich Oelstriemen, von denen ausserdem noch 2 oder mehr an der Bauchfläche liegen. Der kleine Keimling ruht in dem oberen Teile des hornartigen, ölreichen Nährgewebes. — Einjährige oder ausdauernde Kräuter mit einer Pfahlwurzel oder einer oft umfangreichen Grundachse; der Stengel ist hohl oder knotig gegliedert; die am Grunde scheidig erweiterten Blätter sind spiralig gestellt, sie sind meist mehrfach fiedrig geteilt. Die Blüten sind gewöhnlich in zusammengesetzte, seltener in einfache Dolden oder in Köpfchen vereinigt. Oelgänge sind in allen Teilen verbreitet.

A. Blüten in einfachen Dolden oder in Köpfchen; Früchte ohne Oelstriemen I. *Heterosciadiae.*
- a) Früchte von der Seite zusammengedrückt, Teilfrüchte an der Berührungsfläche (Fugenfläche) schmal 1. Tribus *Hydrocotyleae.*
- b) Früchte mit kreisförmigem oder elliptischem Querschnitt, Fugenfläche breit 2. Tribus *Saniculeae.*

B. Blüten in zusammengesetzten Dolden; Früchte mit Oelstriemen; nur mit Hauptrippen II. *Haplozygiae.*
- a) Mittelblüte gross, weiblich, die übrigen klein, männlich 3. Tribus *Echinophoreae.*
- b) Blüten gleichförmig, zwittrig.
 - *α*) Früchte von der Seite zusammengedrückt, Fugenfläche schmal 4. Tribus *Seselineae.*
 - β) Fugenfläche breit.
 - I. Rippen an der Fugenfläche (Kommissuralrippen) fädlich, nicht geflügelt 5. Tribus *Ammineae.*
 - II. Kommissuralrippen geflügelt 6. Tribus *Peucedaneae.*

C. Blüten in zusammengesetzten Dolden; Früchte mit Oelstriemen; zwischen den Hauptrippen Nebenrippen, die häufig mehr als jene hervortreten III. *Diplozygiae.*
 a) Hauptrippen fädlich, Nebenrippen ungeflügelt oder bestachelt, oder mit geteiltem Flügel 7. Tribus *Caucalideae.*
 b) Hauptrippen fädlich, Nebenrippen stets mit welligem oder geradem, ungeteiltem Flügel 8. Tribus *Laserpitieae.*

Zu den *Hydrocotyleae* gehört *Hydrocotyle vulgaris,* ein häufiges, kriechendes Kraut auf sumpfigen Wiesen mit schildförmigen Blättern.

Unter den *Saniculeae* ist die Gattung *Eryngium* durch häufig ganze, zuweilen monokotyledonenartige Blätter (*E. bromeliifolium*) ausgezeichnet, letztere Formen sind besonders in Südamerika entwickelt, bei uns ist *E. maritimum* mit stahlblauen Blüten eine charakteristische Strandpflanze. *Sanicula officinalis* mit gelappten Blättern ist in Laubwäldern von Europa und Asien verbreitet und findet sich noch in Abyssinien und auf dem Kamerungebirge im tropischen Afrika; ebenso hat *Astrantia major* mit einfachen, umhüllten Dolden eine weite Verbreitung.

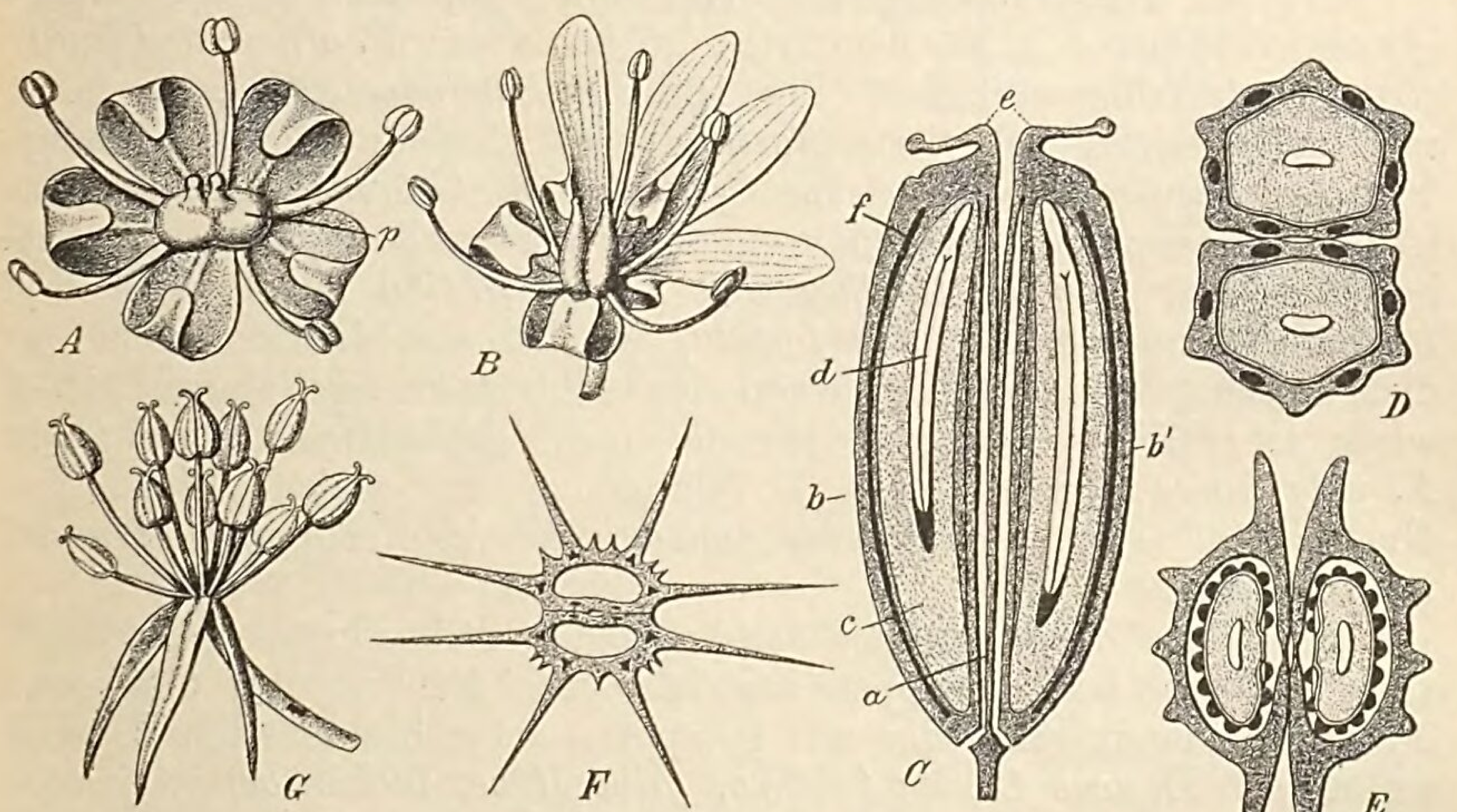


Fig. 168. *A* Blüte von *Carum Carvi*, *p* Griffelpolster; *B* zygomorphe Blüte von *Coriandrum sativum*; *C* Frucht von *Peucedanum officinale*, *a* Fruchtträger, oben gespalten, *b* u. *b'* Teilfrüchte, *c* Nährgewebe, *d* Keimling, *e* Griffel, *f* Oelgang; *D* Querschnitt durch die Frucht von *Carum Carvi*; *E* Querschnitt durch eine Frucht von *Archangelica officinalis*; *F* Querschnitt durch die Frucht von *Daucus carota*; *G* Döldchen von *Aethusa Cynapium* mit Hüllchen.

Bei den *Echinophoreae* werden die Stiele der männlichen Blüten zu Stacheln, welche die nur einen Samen einschliessenden Früchte umgeben: *E. spinosa* wächst im Mittelmeergebiete. Zu den *Ammineae* gehört *Conium maculatum* (*Schierling, gefleckter Schierling*) mit kahlen, glänzenden, übelriechenden Blättern, gefleckten Stengeln und an der Fugenfläche ausgehöhlten Samen; es ist eine unserer heftigsten Giftpflanzen. *Apium graveolens* (*Sellerie*), an dem Meerstrand wild, wird bei uns vielfach kultiviert; es hat ein solides Rhizom, während das

von *Cicuta virosa*, dem ebenfalls äusserst giftigen *Wasserschierling*, gefächert ist. *Carum Carvi* (Fig. 168 *A* und *D*) liefert *Kümmel* (*Fructus Carvi*); *Petroselinum sativum* (*Petersilie*) war früher in seinen Samen ebenfalls offizinell und wird häufig als Küchenkraut gebaut. *Pimpinella Saxifraga*, die *Biebernelle*, gibt eine heute noch in den Apotheken vorrätig gehaltene Wurzel (*Radix Pimpinellae*); von *P. Anisum* kommen die *Aniskörner* (*Fructus Anisi*). Die Früchte von *Chaerophyllum* und *Anthriscus* sind lang schnabelförmig: *C. bulbosum* gibt die *Kerbelrübe*; *A. Cerefolium* das gewürzige *Kerbelkraut*.

Zu den *Seselineae* gehört *Foeniculum vulgare* (*Fenchel*) aus dem Mittelmeergebiete, er wird der offizinellen Samen (*Semina Foeniculi*) wegen, in der Heimat auch als Gemüse (*Finocchi*) kultiviert. *Aethusa Cynapium* (*Hundspetersilie*) (Fig. 168 *G*), leicht kenntlich an den herabhängenden Blättchen der Hüllchen, wird oft für giftig gehalten, und es wird vor der Verwechslung mit *Petersilie* gewarnt; nach neueren Untersuchungen ist sie aber unschädlich; *Levisticum officinale* (*Liebstöckel*), eine schon von Karl dem Grossen empfohlene Gartenpflanze, war früher offizinell; *Archangelica officinalis* (Fig. 168 *E*) in Gebirgen und am Seestrande, selten im Binnenlande wild, gibt *Radix Angelicae*.

Zu den *Peucedaneae* gehört *Peucedanum graveolens* (*Dill*), welches als Gewürzpflanze in Küchengärten gebaut wird; *P. officinale* (*Haarstrang*) war früher offizinell (Fig. 168 *C*); *Pastinaca sativa*, der heute nur noch selten kultivierte *Pastinak*, ist eine an Rainen häufige Pflanze; ebenso ist *Heracleum Sphondylium* (*Bärenklaue*) eine gemeine Wiesenpflanze, welche wegen der harten Stengel das Herbstheu verdirbt. *Ferula Narthex* und *F. asa foetida* aus Persien und Afghanistan geben die *Asa foetida*, welche als Milchsaft aus der dicken Wurzel hervorquillt, wenn der blühbare Stengel abgeschnitten wird; er erhärtet und wird dann zu einem gelbbraunen Harze; von *F. rubricaulis* gewinnt man in Südpersien auf gleiche Weise das *Gummi Galbanum*, von *Dorema Ammoniacum* in Nordpersien *Gummi Ammoniacum*.

Bei den *Caucalideae* und den folgenden Tribus kennzeichnen sich die oft grösseren Nebenrippen sogleich durch die Vierzahl; diese sind entweder ungeflügelt oder mit gelappten oder bestachelten Flügeln versehen. *Daucus Carota* (*Möhre, gelbe Rübe, Mohrrübe*) ist in der ganzen nördlich gemässigten Zone gemein und wird vielfach als Gemüse der gelben Wurzel wegen gebaut (Fig. 168 *F*). *Coriandrum sativum* aus dem Mittelmeergebiete gibt den *Koriander* (*Fructus Coriandri*); die Teilfrüchte sind an der Fugenseite konkav (Fig. 168 *B*).

Zu den *Laserpitieae* gehört *Thapsia Sylphium*, das im Altertum hochgeschätzte *Sylphium*, aus den Barkaländern in Nordafrika.

Morphologie. Die Blütenstände beschliessen in der Regel die relativen Hauptachsen und stehen nicht selten den Blättern am Stengel gegenüber; sie entwickeln häufig eine zuweilen abweichend gestaltete Gipfelblüte (bei *Daucus* ist sie fast stets schwarzrot gefärbt, siehe oben *Echinophora*); nur bei *Hydrocotyle* und Verwandten wächst die Hauptachse dauernd weiter und die Blütenstände sind echt axillär. In den Köpfchen von *Eryngium* hat jede Blüte ihr

Deckblatt, zu dem der Kelch die gewöhnliche Stellung mit dem unpaaren Blatte nach hinten gewendet einhält. Falls die Blüten in Dolden geordnet sind, haben gewöhnlich die randständigen Blüten Deckblätter, bei den inneren fehlen sie auch der Anlage nach; die letzteren weisen keine bestimmte Stellung mehr zum Zentrum auf, auch die Karpiden, welche im ersten Falle median stehen, sind nach den verschiedensten Richtungen orientiert. *Petagnia sicula* ist dadurch bemerkenswert, dass 2—3 männliche Blüten aus dem Fruchtknoten hervorsprossen. Die randständigen Blüten gewinnen zuweilen durch die Vergrösserung der Vorderpetalen eine mehr oder weniger deutliche Zygomorphie (Fig. 168 *B*), die aber nicht in der Anlagefolge, wie bei echt zygomorphen Blüten, zu Tage tritt. Die Blumenblätter sind oft in der Mitte nach oben eingebogen. Der Kelch ist häufig, wie auch bei anderen Blüten mit unterständigem Fruchtknoten, sehr klein; BAILLON sieht ihn deswegen für eine Wucherung des Fruchtknotens an und hält die Umbelliferen für asepal. Die Uebertragung des Blütenstaubes wird durch kurzrüsselige Fliegen, Käfer und Wespen bewerkstelligt.

203. Familie. Cornaceae.

Die Blüten sind strahlig, meist zwittrig, 4—5gliedrig mit einfachem, seltener doppeltem oder mehrfachem Staubblattkreise. Der unterständige Fruchtknoten ist 1—4fächrig mit einzelnen, sehr selten gepaarten, hängenden Samenanlagen in jedem Fache. Die Früchte sind steinfruchtartig. Der Same umschliesst ein Nährgewebe. — Holzgewächse, selten Kräuter aus einer kriechenden Grundachse, mit kreuzgegenständigen oder spiralig gestellten, gewöhnlich ganzrandigen Blättern ohne Nebenblätter. Blüten in Cymen oder Dolden, selten in Rispen.

Cornus mas (*Kornelkirsche*) mit gelben Blüten in vor den Blättern erscheinenden Dolden und verhältnismässig grossen, essbaren, roten Früchten, wächst im mittleren, südlichen und östlichen Europa; *C. sanguinea* hat weisse Cymen, die daumendicken Triebe liefern feste Spazierstöcke; *C. suecica* ist krautig, sie findet sich schon in Norddeutschland und ist circumpolar. *Aucuba japonica* ist diöcisch, stammt aus Japan und wird in buntblättrigen Formen häufig kultiviert. *Nyssa* ist in Ostasien und dem westlichen Nordamerika verbreitet; *N. aquatica* wird bei uns in Anlagen kultiviert; fossil finden sich die charakteristischen, grubig punktierten Steinkerne von *Nyssa* im Tertiär.

2. Reihengruppe. Sympetalae.

(*Gamo-* oder *Monopetalae.*)

Blütenhülle fast stets doppelt, in Kelch und Krone geschieden; die letztere fast immer verwachsenblättrig, sehr selten sind ihre Blätter getrennt oder fehlen ganz.

I. Reihe. Ericales.

Blüten strahlig und zwittrig, 4—5gliedrig, typisch obdiplostemon, oder von den zwei Kreisen des Androeceums nur der episepale entwickelt; Blumenblätter frei oder verbunden; die Staubblätter hypo- oder epigyn, seltener der Blumenkrone angeheftet. Die Fruchtblätter sind frei oder zu einem ober-, seltener unterständigen Fruchtknoten vereint; sie stehen bei Gleichzahl gewöhnlich vor den Blumenblättern.

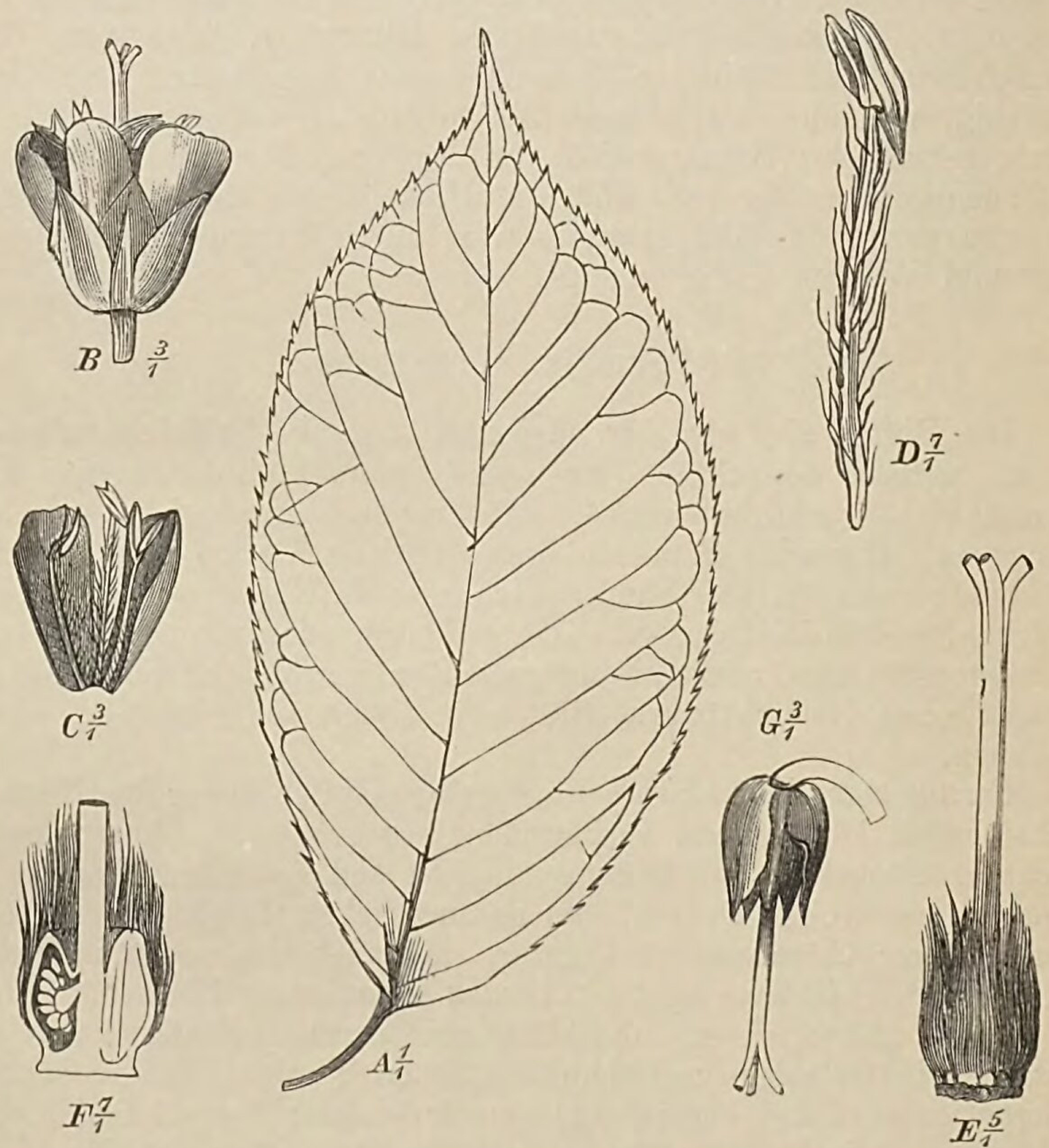


Fig. 169. *Clethra acuminata.* *A* Blatt; *B* Blüte; *C* 2 Blumen-, 3 Staubblätter; *D* Staubblatt; *E* Fruchtknoten; *F* derselbe im Längsschnitte; *G* Frucht mit Kelch (nach Koehne).

204. Familie. Clethraceae.

Die Blüten sind strahlig, zwittrig und bis auf das 3zählige Gynaeceum 5gliedrig, mit freien Blumenblättern. Staubblätter sind 10 vorhanden, ihre Beutel sind in der Knospe nach aussen zurückgeschlagen, später aufgerichtet, sie springen mit Gipfelporen auf, die Pollenkörner sind einfach. Die gewendeten Samenanlagen sind

innenwinkelständig angeheftet. Die 3fächerige Kapsel springt seitenspaltig auf. Der Keimling ist mit Kotyledonen versehen und liegt in fleischigem Nährgewebe. — Sträucher oder Bäumchen mit spiralig gestellten Blättern; Blüten in endständigen Trauben oder Rispen.

Die einzige Gattung *Clethra* ist in den tropischen und subtropischen Gegenden beider Hemisphären entwickelt. *C. acuminata* (Fig. 169) aus den östlichen Teilen der Vereinigten Staaten und *C. arborea* von der Insel Madeira, durch sehr wohlriechende Blüten ausgezeichnet, werden kultiviert.

Durch eine gut charakterisierte Frucht (*C. Berendtii*) ist die Gattung fossil in der Oligocänflora des Bernsteins nachgewiesen.

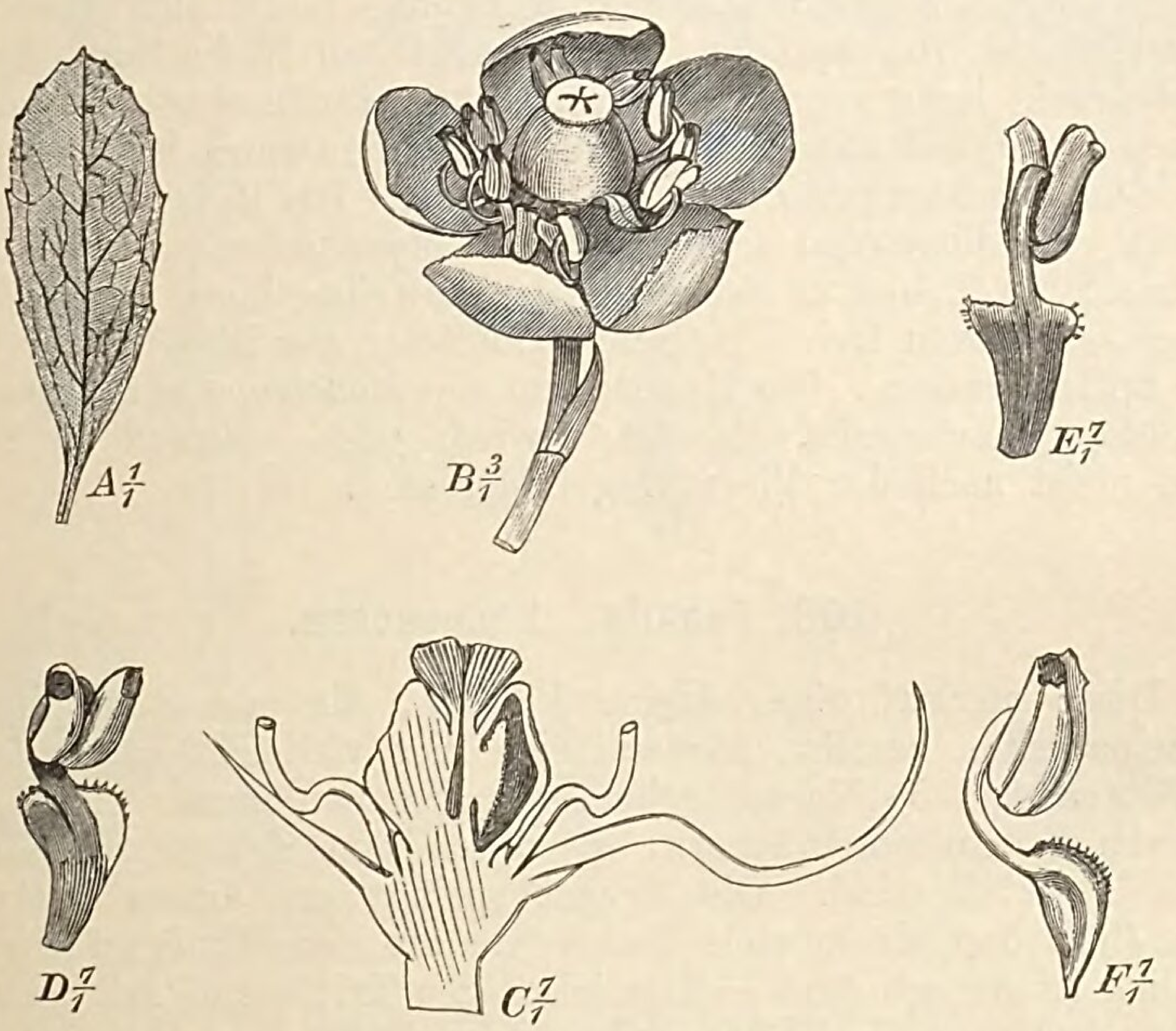


Fig. 170. *Chimophila umbellata.* *A* Blatt; *B* Blüte; *C* dieselbe im Längsschnitte; *D* bis *F* Staubblatt von innen, aussen und von der Seite gesehen (nach Koehne.)

205. Familie. Pirolaceae.

Die Blüten sind strahlig, zwittrig, 4- oder 5gliedrig, mit verwachsenen oder freien Blumenblättern. Die Staubblätter sind 2kreisig, die Beutel springen durch Poren oder eine Querklappe auf; Pollenkörner einzeln oder in Tetraden. Die Kapsel ist fachspaltig. Die Samen umschliessen einen sehr kleinen, ungegliederten, wenigzelligen Keimling. — Ausdauernde, grüne oder chlorophyllfreie Humusbewohner mit kriechenden Grundachsen. Blüten in endständigen Trauben, selten einzeln.

Die *Piroloideae* haben erst zurückgeschlagene, dann aufrechte, mit 2 Gipfelporen aufspringende Beutel, meist zu Tetraden ver-

bundene Pollenkörner, und besitzen Chlorophyll. — *Chimophila umbellata* (Fig. 170) mit doldentraubigen Blüten ist in der gesamten nördlich gemässigten Zone verbreitet. *Pirola* hat Einzelblüten (*P. uniflora*) oder Trauben (*P. rotundifolia*), die zuweilen einseitswendig sind (*P. secunda*); sie teilen das Vorkommen mit der vorigen Gattung.

Die *Monotropoideae* sind durch aufrechte, mit einzelnen oder gemeinschaftlichen Spalten aufspringende Beutel gekennzeichnet; die Pollenkörner sind einzeln. Sie entbehren des Chlorophylls. — *Monotropa Hypopithys* ist in der nördlich gemässigten Zone weit verbreitet.

Morphologie. Die Gattung *Monotropa* umschliesst saprophytisch lebende Humuspflanzen; aus dem Keimlinge bildet sich ein dichtes Wurzelgeflecht von spröden, stark verästelten Radicellen, das mit Baumwurzeln innig verwebt ist. Die Blütenstände entstehen endogen in jenen. Wie nach den Samen vermutet werden kann, ist der früheste Entwickelungsgang von *Pirola* ein ähnlicher. Die Epidermiszellen der Wurzeln von *Monotropa* sind von einem Mycelgeflecht angefüllt, nur die äussersten Zellen in der Nähe der zuweilen bloss einschichtigen Haube sind davon frei. Die Schuppenblätter der Blütentriebe haben keine Spaltöffnungen. Der Blütenstand von *Monotropa* wird durch eine Endblüte abgeschlossen, die stets 5gliedrig ist, während die Seitenblüten meist nach der Vierzahl gebildet sind.

206. Familie. Lennoaceae.

Diese merkwürdige, kleine Familie, die aus chlorophyllosen Wurzelparasiten besteht, schliesst sich hier vielleicht am besten an. Die Blüten sind 5- bis mehrgliedrig und haben immer eine erhöhte Zahl von Fruchtknotenfächern, die durch eine falsche Scheidewand nochmals geteilt sind. Die Frucht springt mit einem Deckel auf und enthält doppelt so viele Steinkerne als Fruchtknotenfächer; der Keimling ist ungegliedert. — Die fleischigen Triebe sind mit Schuppenblättern bedeckt; die Blüten stehen in endständigen Aehren, Rispen oder Köpfchen, die aus Wickeln aufgebaut werden.

Lennoa coerulea mit verzweigten Blütenständen wächst wie die übrigen Mitglieder der Familie im wärmeren, westlichen Nordamerika (Zentralmexiko).

207. Familie. Ericaceae.

Die Blüten sind strahlig oder schwach zygomorph, 4—5zählig; an der hypogynen Achsenwucherung (Discus) sind die Blumenkrone und die meist in der Doppelzahl entwickelten, freien Staubblätter angewachsen; die erstere ist zuweilen freiblättrig. Die oben spreizenden Staubbeutel sind mit borstenförmigen Anhängseln versehen und springen häufig in Poren auf; Pollen in Tetraden. Die Fruchtblätter stehen epipetal; Samenanlagen sind zahlreiche dem Innenwinkel der Fächer angeheftet. Die Frucht ist beeren- oder kapsel-

artig; der kleine, cylindrische Keimling hat gewöhnlich deutliche Keimblätter. — Halbsträucher, Sträucher oder Bäume mit spiralig, kreuzgegenständig oder wirtelig gestellten, nebenblattlosen Blättern, häufig von nadelartiger oder lanzettlicher Gestalt, meist lederartig und immergrün. Blüten einzeln, achselständig oder in end- oder seitenständigen, botrytischen Aggregaten.

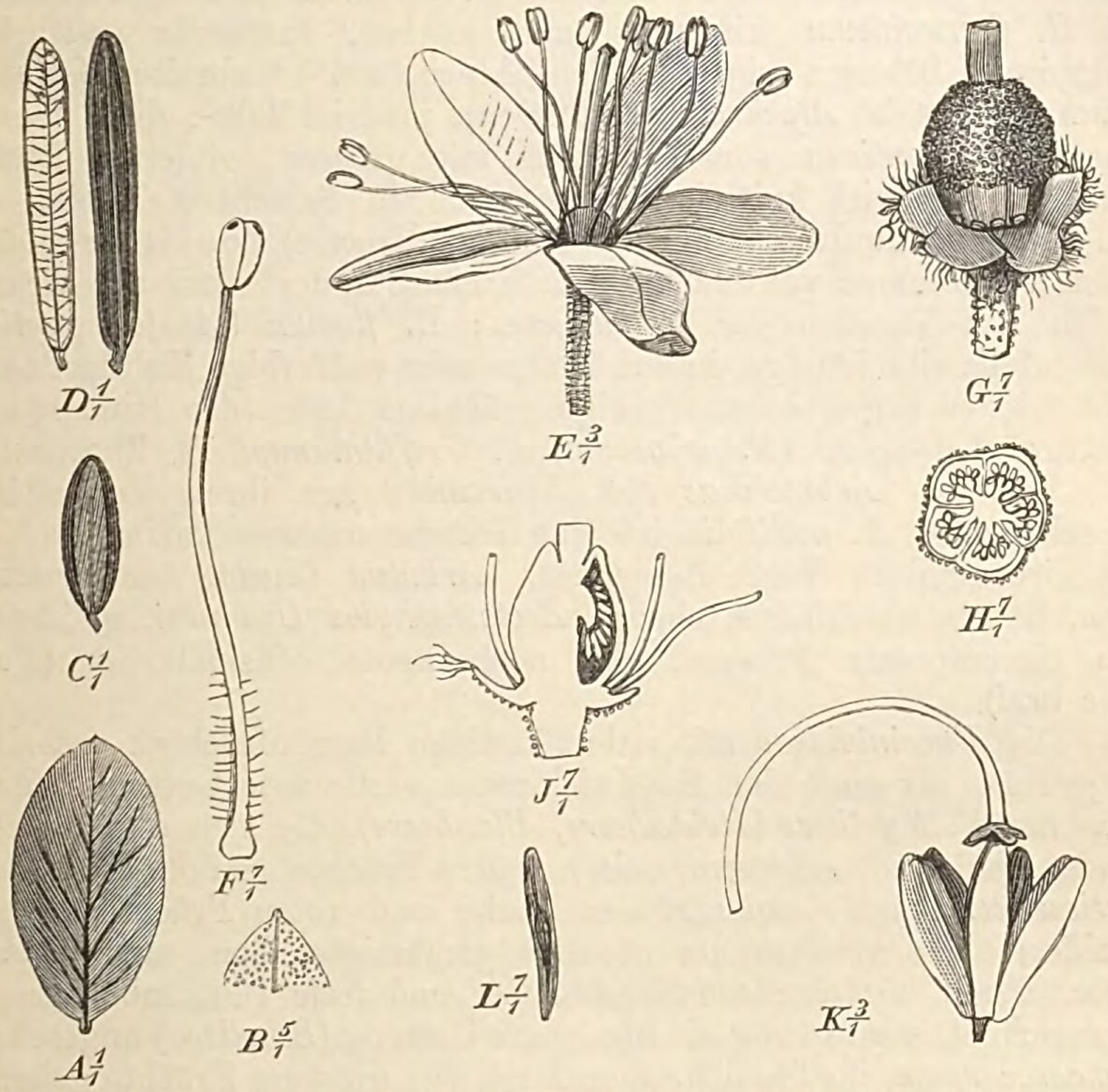


Fig. 171. *A, B* Blatt von *Ledum glandulosum*; *C* Blatt von *L. latifolium*; *D* bis *L Ledum palustre*; *D* Blatt, von der oberen und unteren Seite gesehen; *E* Blüte; *F* Staubblatt; *G* Fruchtknoten; *H, J* derselbe im Quer- und Längsschnitte; *K* Frucht; *L* Same (nach Koehne).

A. Staubbeutel ungehörnt; Kapsel scheidewandspaltig
1. Unterfamilie *Rhododendroideae.*

B. Staubbeutel gehörnt, Kapsel fachspaltig oder Frucht beerenartig, Blumenkrone abfällig.
a) Fruchtknoten oberständig
2. Unterfamilie *Arbutoideae.*
b) Fruchtknoten unterständig
3. Unterfamilie *Vaccinioideae.*

C. Staubbeutel gehörnt, Kapsel wandspaltig oder Frucht nussartig, Blumenkrone bleibend
4. Unterfamilie *Ericoideae.*

Die kleinen Samen der *Rhododendroideae* sind von der lose aufliegenden Schale oft geflügelt: *Ledum palustre* (*Porst*, *wilder Rosmarin*,

Fig. 171) mit freien Blumenblättern ist in Deutschlands nördlichen Mooren und den Gebirgen verbreitet, es wächst auch in Sibirien und in Nordamerika. *Rhododendron* mit verwachsenblättriger, mehr oder weniger zygomorpher Blumenkrone, umfasst über 200 Arten, die von der nördlich gemässigten Zone, durch Ostasien und den Himalaja, wo die Hauptverbreitung sich befindet, über die Sundainseln, Neuguinea bis Nordaustralien reichen: *R. hirsutum* mit gewimperten und *R. ferrugineum* mit am Rande kahlen, unterseits rostfarben schuppigen Blättern sind in den Alpen weit verbreitet (*Almenrausch,* daraus ist *Alpenrose* entstanden), jene ist kalk-, diese kieselliebend; *R. ponticum* vom Kaukasus mit grossen, violetten Blüten wird bei uns viel kultiviert und wurde in Schichten Tirols, die dem Diluvium äquivalent sind (Hoeninger Breccie) fossil gefunden; dieses Vorkommen verbindet die östlichen Standorte mit der vicariirenden Art Westeuropas *R. baeticum*; *R. flavum* (*Azalea pontica*) ist ebenfalls eine häufige, in den Blüten sehr vielfarbige Kulturpflanze; nicht minder begegnen uns einige prächtige Arten des Himalaja in den Gewächshäusern (*R. arboreum, R. Griffithianum, R. Thomsonii*).

Von den *Arbutoideae* hat *Andromeda* mit ihren Verwandten Kapselfrüchte: *A. poliifolia* ist eine Pflanze unserer Torfmoore, die eine circumpolare Verbreitung hat. *Arbutus Unedo*, der *Erdbeerbaum*, hat Beerenfrüchte, ebenso *Arctostaphylos Uva ursi*, gleichfalls eine circumpolare Pflanze, die noch heute offizinell ist (*Folia Uvae ursi*).

Die *Vaccinioideae* mit unterständigen Beerenfrüchten enthalten die grosse, bis nach den Sandwichinseln verbreitete Gattung *Vaccinium* mit *V. Myrtillus* (*Heidelbeere, Blaubeere*), die sich durch wechselndes Laub und schwarze, selten weisse Früchte von *V. Vitis Idaea* (*Preisselbeere*) mit immergrünem Laube und roten Früchten unterscheidet; beide gehören der nördlich gemässigten Zone an. *V. Oxycoccos*, durch hörnchenlose Staubblätter und freie Blumenblätter gekennzeichnet, wird häufig als besondere Gattung (*Schollera*) angesehen; *V. macrocarpum,* ihr ähnlich, aber durch viel grössere Früchte gekennzeichnet, ist in Nordamerika heimisch, wurde aber auch in Westeuropa, wahrscheinlich von früheren Kulturen herrührend, beobachtet.

Die *Ericoideae* enthalten zunächst die ausserordentlich arten- und formenreiche Gattung *Erica* (mit 450 Arten), die am Kap ihre grösste Entwickelung hat; bei uns ist am weitesten verbreitet *E. Tetralix,* eine westeuropäische Art, die sich nicht sehr weit von den Küsten entfernt; *E. carnea* ist in Mittel- und Süddeutschland häufig; *E. arborea*, von den Kanaren bis Südtirol, ferner durch Abyssinien bis zum Kilimandscharo verbreitet, wird ein bis 20 m hoher Baum. *Calluna vulgaris* bedeckt von den Azoren und den Gebirgen der Mittelmeerregion bis nach dem Ostural und nahe an den Polarkreis weite Strecken (*Heiden*); sie ist von allen Verwandten durch wandspaltige Kapseln ausgezeichnet und hat als honigliefernde Pflanze wirtschaftlich eine hohe Bedeutung.

Von fossilen Resten sind Zweigchen und besonders Früchte aus dem Oligocän des Bernsteins bekannt geworden, die nach

Conwentz zu *Andromeda* gehören (*A. imbricata*, *A. primaeva*), von Drude aber zu *Cassiope* gestellt worden sind; die übrigen Blattreste, die selbst aus der Kreide noch genannt werden, sind zur Bestimmung nicht kenntlich genug.

Morphologie. Die vegetativen Sprosse schliessen häufig mit einer Inflorescenz ab, so dass die Fortsetzung derselben von Seitenstrahlen übernommen wird; dabei kann es geschehen, dass der eine der letzteren sich in die Richtung der früheren Hauptachse stellt, und dass sympodiale Systeme entstehen. Die diagrammatischen Verhältnisse der Blüten sind mannigfaltig: bei den 4zähligen kommt fast ausschliesslich die diagonale Stellung der Blumenkronenabschnitte vor; die 5gliedrigen *Rhododendroideae* zeigen die seltene Kelchstellung, nach der das unpaare Blatt nach vorn gekehrt ist. Die simultane Anlage des Kelches erklärt die wechselnde Deckung. Isomere Blüten weisen stets epipetale Fruchtblattstellung auf, die durch die Kleinheit der epipetalen Staubblätter in ähnlicher Weise erklärt wird, wie oben bei den Caryophyllaceae gezeigt wurde. Die Stellung bleibt ungeändert, wenn nur ein Staubblattkreis entwickelt ist (*R. flavum*).

Die Blätter sind zuweilen auf der Rückseite mit Rinnen versehen, deren Wände einfache und Köpfchenhaare tragen (*Cassiope selaginoides*), zuweilen werden sie von einem völlig geschlossenen Kanal durchzogen (*C. Redowskii*). Die Anatomie der fast stets bifacialen Blätter gibt gute Kennzeichen für die systematische Gliederung der Familie. Unter der aussen stark cuticularisierten Epidermis befindet sich häufig, den xerophytischen Bau anzeigend, ein Wassergewebe, dessen Zellen sich bei *Sophoclesia* wie eine Ziehharmonika je nach dem Wassergehalt ausdehnen oder in Querfalten zusammenlegen. Neben den schon erwähnten einfachen und Köpfchenhaaren kommen auch Schuppen und Sternhaare vor, die auf der Unterseite der Blätter zuweilen in Grübchen liegen und die Spaltöffnungen bedecken.

Die Pollenübertragung wird durch Insekten vermittelt, denen die Hörnchen den Weg nach der Innenseite der Beutel anweisen; diese Führung hängt mit dem introrsen Aufspringen derselben zusammen. Der Honig wird aus dem Discus in Tröpfchen ausgeschieden; bei *Rhododendron flavum* soll er giftig sein.

208. Familie. Epacridaceae.

Sie stehen den Ericaceae nahe, unterscheiden sich aber dadurch, dass die Staubblätter, in der Zahl den Blumenblättern gleich, an der Blumenkronenröhre angeheftet und niemals mit Hörnchen versehen sind, dass die Theken in Längsspalten aufspringen und endlich zusammenfliessen. Zwischen den Staubblättern befinden sich drüsige Discuswucherungen. — Sie sind höhere Sträucher mit starren, meist ganzrandigen, spiralig gestellten Blättern. Die Blüten sind gewöhnlich traubig angeordnet.

Die Familie hat ihr Entwickelungszentrum in Australien, von wo aus wenige Arten bis zu den Sandwichinseln, Neukaledonien,

Neuseeland und nördlich über Neuguinea, Malesien bis nach Tenasserim gehen, dort z. B. noch *Styphelia malayana.* Eine Gattung, *Lebetanthus,* ist monotypisch in Patagonien. Viele Arten werden in Kalthäusern kultiviert (*St. Richei*).

Morphologie. Die Kelchstellung entspricht dem häufigen Vorkommen, nach dem das unpaare Blatt nach hinten gewendet ist. Viele Arten sind ausgeprägte Xerophyten.

209. Familie. Diapensiaceae.

Sie sind besonders durch einen einfachen Staubblattkreis, dem sich noch ein Staminodialkreis hinzugesellen kann, und durch ein 3gliedriges Gynaeceum gekennzeichnet. — Niedrige, ausdauernde Kräuter mit rasigem Wuchse und am Grunde rosettig gedrängten Blättern; die Blüten stehen einzeln oder in Trauben auf nackten oder armblättrigen Achsen.

Diapensia lapponica ist circumpolar und in den arktischen Ebenen, sowie den Gebirgen der südlicheren Distrikte besonders in Nordamerika weit verbreitet; sie erinnert in der Tracht an manche *Saxifraga*-Arten.

2. Reihe. Primulales.

Blüten meist strahlig und zwittrig, gewöhnlich 5gliedrig, der Theorie nach typisch obdiplostemon, von den beiden Kreisen des Androeceums ist gewöhnlich nur der epipetale vorhanden. Blumenblätter sehr selten frei. Fruchtknoten 1fächrig mit mittelständiger Samenleiste.

210. Familie. Myrsinaceae.

Sie steht der folgenden Familie nahe und unterscheidet sich hauptsächlich dadurch, dass sie nicht aufspringende, steinfruchtartige Früchte hat und verholzende Gewächse umschliesst. Sie enthält fast nur Bewohner der tropischen und subtropischen Gegenden.

Clavija ornata, in Gewächshäusern kultiviert, ist ein schlanker, unverzweigter Baum mit grossem, endständigem Blattschopfe, der im tropischen Südamerika heimisch ist; *Myrsine africana* lieferte in den Früchten einst ein Bandwurmmittel; *Ardisia* ist die grösste, mehr als 200 Arten umfassende, in der Alten und Neuen Welt entwickelte Gattung: *A. crenulata* wird häufig als Topfpflanze kultiviert, sie stammt aus Ostasien; *A. japonica* (Fig. 172) wird zuweilen im Freien gezogen. Die Gattung *Maesa* ist altweltlich und durch einen mehr oder weniger unterständigen Fruchtknoten ausgezeichnet; die Früchte von *Maesa lanceolata* aus dem tropischen Afrika gelten für ein kräftiges Wurmmittel. *Aegiceras* hat gefächerte Staubbeutelfächer: *A. majus* ist eine Charakterpflanze für die Mangroveformation der Alten Welt; wie bei der echten *Mangrove* wächst die Wurzel bis zu mehreren Zentimeter Länge aus der Frucht aus, während sie noch am Baume befestigt ist.

Von Conwentz sind 2 Gattungen *Berendtia* (mit *B. primuloides* und *B. rotata*) und *Myrsinopsis* (mit *M. succinea*) aus dem Bernstein zu den Myrsinaceae gestellt worden. In der That weist die Blütenbildung, so weit sie kenntlich ist, den Charakter der Familie auf. Da aber die Natur des Fruchtknotens, auf die es besonders ankommt, nicht bekannt ist, so ist noch nicht jeder Zweifel gehoben.

Morphologie. *Theophrasta* und einige andere Gattungen sind theoretisch deswegen von Interesse, weil noch in der Blumenkronenröhre episepale Schuppen vorkommen, die als verkümmerte Reste des äusseren Staubblattkreises genommen werden.

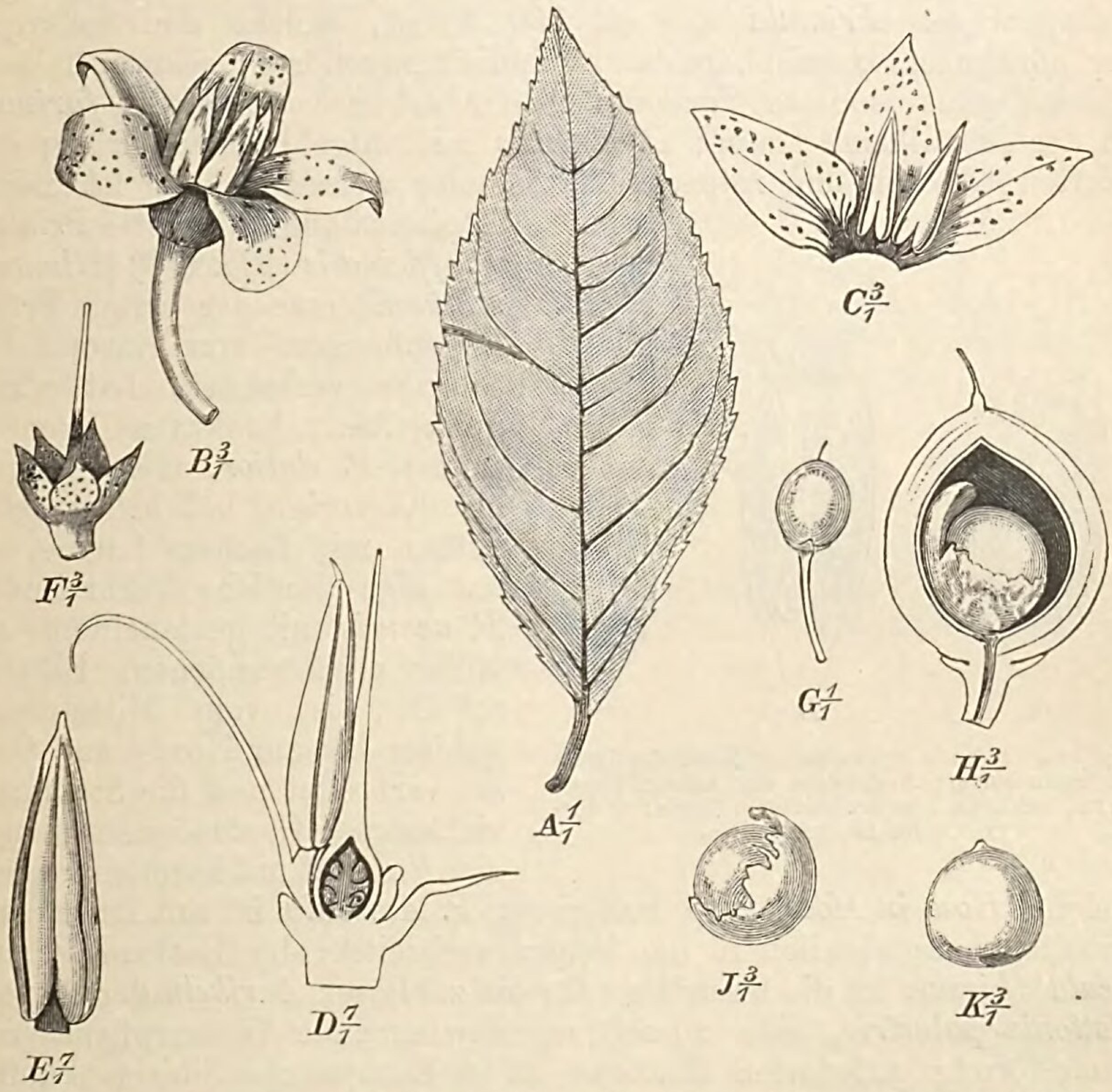


Fig. 172. *Ardisia japonica.* *A* Blatt; *B* Blüte; *C* dieselbe von innen gesehen; *D* dieselbe im Längsschnitte; *E* Staubblatt; *F* Kelch mit Fruchtknoten; *G* Frucht; *H* dieselbe im Längsschnitte; *J* Same mit Mantel; *K* derselbe ohne Mantel (nach Koehne).

Aus der häufigen Trennung der Geschlechter kann trotz der fehlenden Detailkenntnis auf eine Uebertragung des Pollens durch Insekten geschlossen werden.

211. Familie. Primulaceae.

Die Blüten sind strahlig, 5gliedrig, zwittrig, häufig dimorph. Der Kelch bleibt meist zur Fruchtreife stehen. Die Blumenkrone ist

häufig präsentiertellerförmig, selten ist sie getrenntblättrig oder fehlt gänzlich. Die Staubblätter sind epipetal, der Röhre angeheftet, sehr selten wechseln sie mit Staminodien. Der Fruchtknoten ist 1fächrig, mit freier Zentralplacenta, an der zahlreiche gewendete Samenanlagen mit 2 Integumenten sitzen. Die Frucht ist eine aufspringende Kapsel. Der Keimling liegt zentral in fleischigem Nährgewebe. — Kräuter mit nebenblattlosen, häufig spiralig gestellten Blättern; Blüten in botrytischen Aggregaten. In den Stengelorganen findet sich ein Bastring mit innenständigen Mestombündeln.

Die *Primuleae* haben einen oberständigen Fruchtknoten und aufrechte oder abstehende Blumenkronenzipfel mit dachziegeliger Knospenlage. *Primula* hat ca. 150 Arten, welche den Gebirgen der nördlichen Hemisphäre hauptsächlich angehören; sehr auffallend ist das ganz isolierte Vorkommen der arktisch-alpinen *P. farinosa* an der Magalhaensstrasse; *P. sinensis* mit aufgeblasenen, drüsig behaarten Kelchen und roten, violetten oder weissen Blüten ist die in Töpfen häufig kultivierte *Primel; P. officinalis* (Fig. 173) (*Himmelschlüssel*) eine der ersten Frühlingspflanzen, von Europa bis Sibirien verbreitet, hat einen goldgelben, konkaven Kronensaum; *P. elatior*, meist kleiner als die vorige, hat heller gelbe Blüten mit flachem Saume, sie hat eine ähnliche Verbreitung; *P. acaulis* mit gestauchtem, oft völlig geschwundenem Blütenschafte, ist vom Mittelmeergebiete bis zur Nord- und Ostsee verbreitet und die Stammart vielfarbiger Gartenformen; auch eine Varietät mit korollenartigem Kelche (*Hose in Hose*) wird kultiviert; *P. Auricula* ist mit ihren Verwandten hauptsächlich in den Alpen verbreitet; der Bastard *P. Auricula*×*hirsuta* ist die Grundlage für die zahllosen *Aurikeln* der Gärten. *Hottonia palustris*, eine wurzellose, schwimmende Wasserpflanze mit kammförmig gefiederten Blättern, ist in Europa und Sibirien häufig.

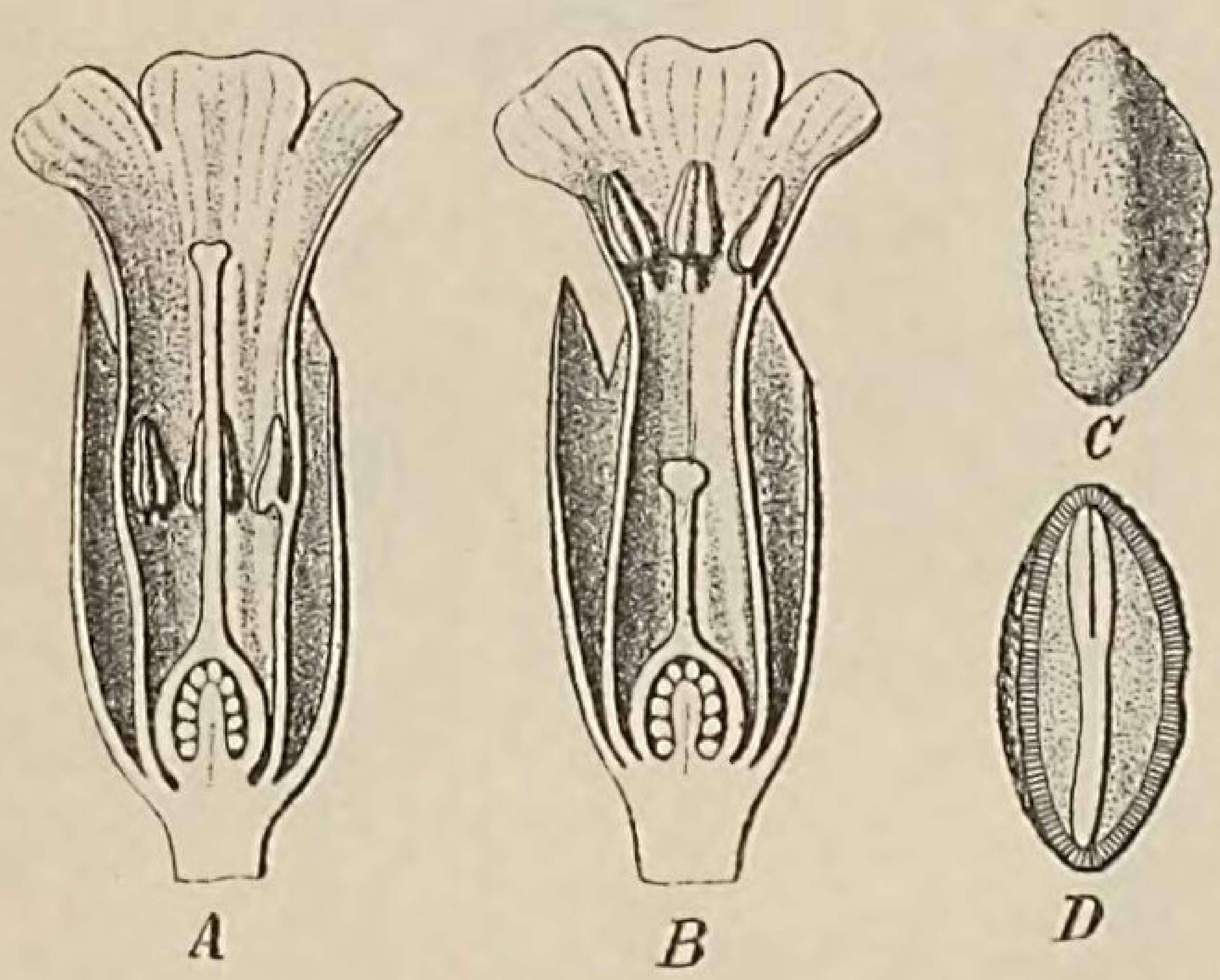


Fig. 173. *Primula officinalis.* *A* Blüte der langgriffligen Form; *B* dieselbe der kurzgriffligen Form, beide im Längsschnitte; *C* Same; *D* derselbe im Längsschnitte.

Die *Lysimachieae* haben aufrechte oder spreizende Korollenabschnitte mit gedrehter Knospenlage: *L. vulgaris*, eine aufrechte Staude mit quirlig gestellten Blättern, ist bei uns häufig und bis Japan verbreitet; *L. Nummularia* (*Pfennigkraut*) ist eine niederliegende Staude mit kreuzgegenständigen, später 2zeilig eingestellten Blättern. *Glaux maritima* ist eine weitverbreitete Strandpflanze, die auch an Salzstellen des Binnenlandes auftritt. *Anagallis arvensis* mit roten und blauen Blüten und mittels eines Deckels aufspringenden Kapseln, ist ein weitverbreitetes Ackerunkraut.

Die *Cyclamineae* haben zurückgeschlagene Blumenkronenzipfel. *Cyclamen europaeum* (*Alpenveilchen*), in den Alpenländern weitverbreitet,

bis Böhmen reichend, blüht im Herbste; viele Formen des mediterranen *C. latifolium* werden als Frühjahrspflanzen in Töpfen kultiviert.

Die *Samoleae* besitzen einen unterständigen Fruchtknoten und zwischen den Blumenkronenabschnitten 5 Schüppchen: *S. Valerandi* ist eine kosmopolitische, salzliebende Staude.

Morphologie. Die Grundachsen der ausdauernden Formen zeigen oft sympodiale Verkettung, die dadurch bedingt wird, dass die relativen Hauptachsen durch die Erzeugung von Blüten erschöpft werden; Ausläuferbildung und Stauchung der Achsen, so dass die Blätter Rosetten bilden, sind nicht selten. Die Blütenstände sind häufig doldenartig. Vorblätter fehlen, bei vielen *Primeln* tritt das Deckblatt aus der Blütenanlage hervor. Die Kelchstellung ist derart, dass das unpaare Blatt nach hinten fällt; dieses wird wegen der fehlenden Vorblätter theoretisch als das vierte, nicht wie gewöhnlich bei dieser Stellung, als das zweite angesehen, eine Annahme, die sich aber entwicklungsgeschichtlich nicht begründen lässt. Die 5 Staubblätter werden als ein zweiter innerer Kreis angesehen, mit dessen Gliedern die eines äusseren wechseln; die letzteren sind nur als Schüppchen oder Zähnchen (bei *Samolus*) entwickelt, sonst fehlen sie ganz. Die Gattung *Glaux* ist völlig apetal. Der Dimorphismus der Blüten äussert sich darin, dass in derselben Art Individuen mit langem Griffel und tief inserierten Staubblättern (makrostyle), und solche mit kurzen Griffeln und hoch inserierten Staubblättern (mikrostyle) in ziemlich gleicher Menge (Fig. 173) vorkommen; auch die Narbenpapillen und Pollenkörner zeigen entsprechend wechselnde Grössen; durch die Kreuzbefruchtung beider Formen werden die meisten keimfähigen Samen erzeugt, die Vermittlung wird besonders durch Tagfalter übernommen.

212. Familie. Plumbaginaceae.

Sie schliessen sich an die vorige Familie an, unterscheiden sich aber durch einen trockenhäutigen, gefalteten Kelch, eine einzelne Samenanlage in dem Fruchtknoten und durch mehliges Nährgewebe. — Sträucher, Halbsträucher oder Kräuter mit spiralig gestellten Blättern und kopfigen oder rispigen Blütenständen, die oft aus wickeligen zusammengesetzt sind. In der Epidermis der Blätter liegen zuweilen Wasser oder Kalk absondernde Drüsen.

Die *Plumbagineae* haben einfache, botrytische Blütenstände. — *P. zeylanica* ist von Westafrika bis zu den Sandwichinseln verbreitet und wird wegen der schönen Blüten nicht selten kultiviert.

Die *Staticeae* besitzen aus Wickeln aufgebaute Blütenstände. — *Armeria* mit kopfigen Blütenständen und häufig grasartigen, dicht rosettig gedrängten Blättern ist in der nördlich gemässigten Zone verbreitet und geht längs der Anden bis Chile: *A. elongata* (*A. vulgaris, Grasnelke*) ist eine sehr verbreitete und veränderliche Art. *Statice* hat rispige Gesamtblütenstände; sie ist die grösste über die ganze Erde verbreitete Gattung; in Deutschland wächst nur *S. Limonium*, eine Strandpflanze mit rundem Stengel; *S. sinuata*, welche

gebuchtete Blätter und geflügelte Stengel besitzt, wird nebst anderen Arten kultiviert; sie wächst im Mittelmeergebiete.

Morphologie. Die Blütenstände von *Armeria* werden von einem Kranze steriler Blätter umgeben, aus deren Basis ein geschlossener Schlauch nach abwärts wächst, der wahrscheinlich mit seiner nach unten gewendeten, fransenartigen Spitze als Schutz der Blüten gegen das Eindringen ungebetener Gäste dient. Die Köpfe werden aus Wickeln aufgebaut, die aber nicht, wie man allgemein annimmt, eine schraubelartige Verbindung, sondern eine botrytische Aneinanderreihung zeigen, denn der gemeinschaftliche Blütenboden wird in zentripetaler Aufeinanderfolge mit den Primordien der Spezialinflorescenzen belegt. Von Staminodien kann keine Spur in den Blüten nachgewiesen werden. Dimorphismus ist beobachtet worden; die Pollenübertragung wird von kurzrüsseligen Insekten übernommen.

3. Reihe. Ebenales.

Blüten strahlig, zwittrig oder getrenntgeschlechtlich, mit doppeltem oder dreifachem, selten einfachem Staubblattkreise. Fruchtknoten gefächert mit einzelnen oder wenig zahlreichen Samenanlagen in jedem Fache.

213. Familie. Sapotaceae.

Die Blüten sind strahlig, zwittrig, typisch 5zählig. Der Kelch ist gewöhnlich bleibend. Blumenblätter sind so viele wie Kelchblätter oder doppelt so viele vorhanden, bisweilen sind sie frei, zuweilen mit Anhängseln versehen. Staubblätter finden sich in 2- oder 3fachen Wirteln, alle oder nur die epipetalen sind fertil. Der Fruchtknoten hat ebenso viele oder doppelt so viele Fächer, als ein Staubblattwirtel Glieder hat; in jedem Fache befindet sich eine einzelne, gewendete, aufsteigende Samenanlage. Die Frucht ist beerenartig. Die Samen haben eine grosse rauhe Ansatzfläche, sonst sind sie spiegelnd glatt. Das Nährgewebe ist gewöhnlich ölreich. — Meist Bäume mit spiralig gestellten, ganzrandigen Blättern; Blüten häufig in cymösen Knäueln, achselständig, manchmal aus dem alten Holze. Die Bekleidung besteht oft aus zweischenkligen Haaren; in Reihen geordnete Sekretschläuche sind verbreitet. Die Familie ist fast ausschliesslich in den Tropen verbreitet.

Die *Palaquieae* besitzen an den Blumenblättern keine rückenständigen Anhängsel. *Payena Leerii* ist in Malesien verbreitet und liefert ein sehr gutes *Gutta Percha* (der Name bedeutet Harz von Pertja, d. h. Sumatra). *Palaquium,* ebenfalls ostindisch, ist durch die Gleichzahl von Kelch- und Blumenblättern von voriger verschieden. Die wichtigste Art ist *P. Gutta*, das beste *Gutta Percha* liefernd; der Baum ist durch die Harzsammler fast ganz ausgerottet, da er zur Gewinnung des Harzes abgeschlagen werden muss; jetzt liefert *P. oblongifolium* aus Sumatra das beste Rohmaterial. Die Bäume wachsen sehr langsam und können erst im 30. Jahre verwertet

werden, der Anbau ist deshalb kostspielig und nicht lohnend. Bei *Achras* sind die äusseren Staubblätter staminodial: *A. Sapota* (*Breiapfel, Sapodille-tree*) aus Westindien liefert allen Tropenbewohnern ein angenehmes Obst. *Butyrospermum Parkii* aus Oberguinea gibt aus den Samen die *Sheabutter*. *Argania Sideroxylon* aus Marokko liefert eine Art Eisenholz; sie ist die nördlichste Art der Alten Welt. *Chrysophyllum Caimito* aus dem tropischen Amerika mit einem einfachen Staubblattquirle wird wegen seiner angenehm schmeckenden Früchte (*Star apple*) in den Tropen kultiviert.

Bei den *Mimusopeae* besitzen die Blumenblätter 2 rückenständige Anhängsel: *Mimusops Balata* aus Guyana gibt ein *Gutta Percha* ähnliches, aber minderwertiges Harz.

Die nicht wenigen beschriebenen und benannten fossilen Blattreste der Sapotaceae sind in ihrer Zugehörigkeit durchaus unsicher.

Morphologie. Die aus dem alten Holze tretenden Blüten entstehen aus ruhenden Achselknospen. Die Kelchstellung ist bei den 5gliedrigen häufig von der Art, wie bei den Primulaceae, trotzdem dass nicht selten 2 Vorblätter entwickelt sind. Die Reduktion des äusseren Staminalquirles geht zuweilen bis zum gänzlichen Schwinden desselben. Wenn mehr als 2 Kreise vorhanden sind, so hat man dieses Vorkommen ohne Grund durch Spaltung erklären wollen.

Ueber die Bestäubung liegen keine Erfahrungen vor, doch sprechen das Vorkommen von Dimorphismus, Polygamie, eine wenn auch seltene, so doch beobachtete völlige Trennung der Geschlechter, sowie die sehr ausgeprägte Proterandrie für eine Mithilfe der Insekten.

214. Familie. Ebenaceae.

Die Blüten sind meist 2häusig, strahlig, 3—7gliedrig. Der Kelch ist nach der Blüte häufig vergrössert. Die Staubblätter sind in doppelter oder mehrfacher Zahl der Blumenblätter am Grunde der Kronenröhre angeheftet. Der Fruchtknoten ist 2- bis vielfächrig mit 1—2 hängenden, gewendeten Samenanlagen in jedem Fache. Die Frucht ist eine saftige, meist mehrsamige Beere. Das Nährgewebe ist häufig zerklüftet. — Bäume und Sträucher mit lederartigen, meist spiralig gestellten Blättern, ohne Nebenblätter. Das Kernholz ist oft durch besondere Schwere und dunkle Färbung ausgezeichnet. Blüten einzeln, achselständig oder in Trauben oder Cymen.

Diospyros liefert eine Menge nicht bloss schwarzer, sondern auch roter und weisser, grüner und gestreifter Hölzer, die durch ihre Härte und Schwere ausgezeichnet sind und *Ebenhölzer* genannt werden. Das indische stammt von *D. melanoxylon* und *D. Ebenum*, das *Lagos-Ebenholz* von *D. Dendo*. Die Früchte von *D. Kaki* aus Japan, die in sehr vielen Formen kultiviert wird, erreichen die Grösse eines Apfels und schmecken angenehm; sie wird jetzt auch in Italien

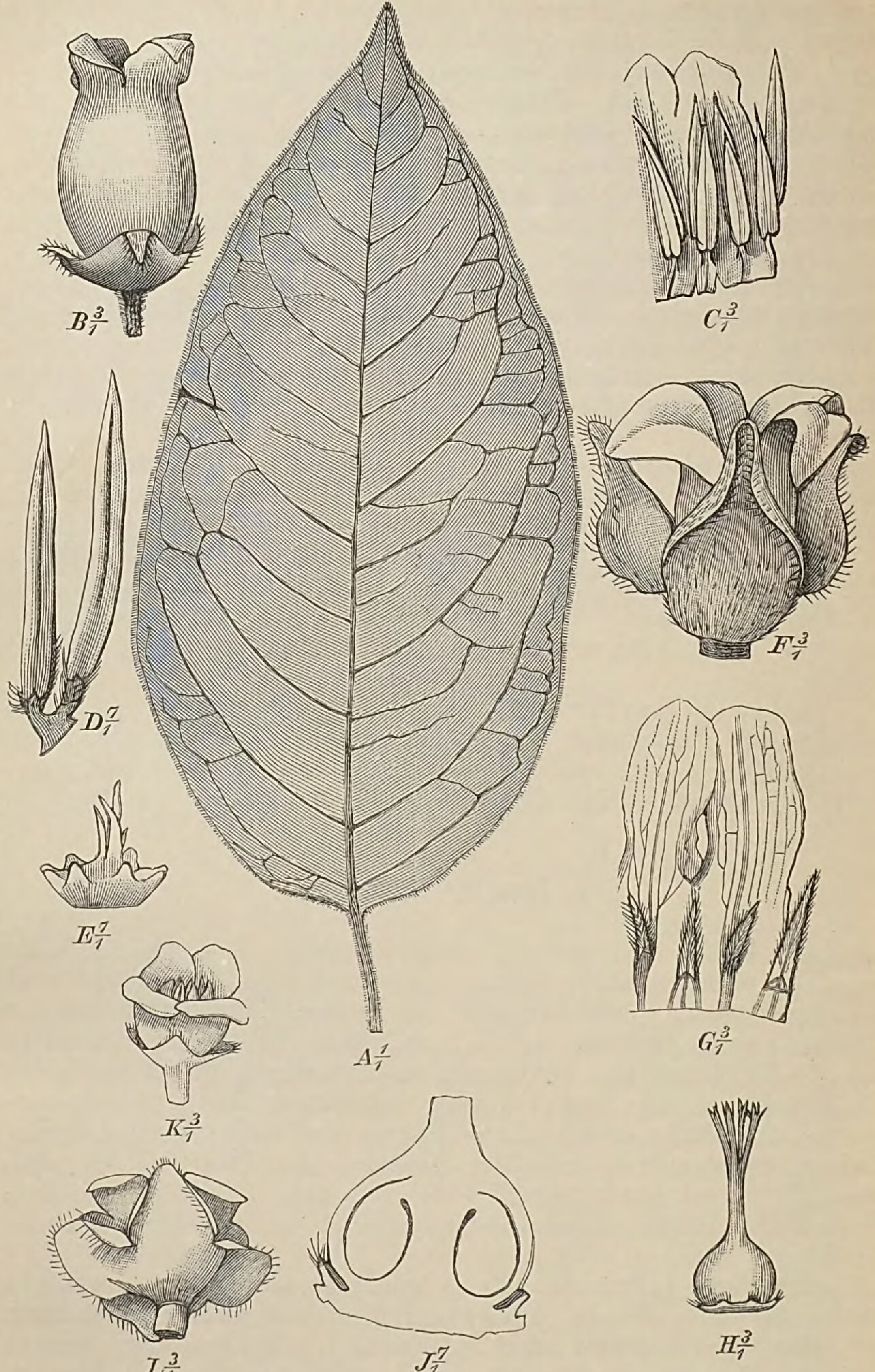


Fig. 174. *Diospyros virginiana.* *A* Blatt; *B* männliche Blüte; *C* Blumenkrone von innen gesehen; *D* Staubblattpaar; *E* Stempelrudiment; *F* weibliche Blüte; *G* Blumenkrone von aussen gesehen; *H* Fruchtknoten; *J* derselbe im Längsschnitte. — *D. Lotus.* *K* männliche, *L* weibliche Blüte (nach KOEHNE).

gebaut; *D. virginiana*, aus den westlichen Vereinigten Staaten, wird bei uns in Parkanlagen gezogen (Fig. 174).

Die aus der jüngeren Kreide der Oase Chargeh bekannt gewordene fossile Frucht von *Diospyros Schweinfurthii* ist sicher der Gattung nach richtig bestimmt, nicht minder dürfte über *Royena desertorum* von eben dort ein Zweifel kaum obwalten. *Diospyros brachycephala,* in Kelchen bekannt, ist im älteren Tertiär der ganzen nördlichen Hemisphäre weit verbreitet.

Morphologie. In den getrenntgeschlechtlichen Blüten finden sich, zumal in den weiblichen, nicht selten Reste des zweiten Geschlechtes. Die Staubblätter sind nicht selten über die typische Zahl 10 hinaus vermehrt, eine Erscheinung, die man durch Dedoublement erklärt hat; ist nur ein Kreis fertil entwickelt, so ist er episepal. Bemerkenswert ist gegen die Sapotaceae die Thatsache, dass in isomeren Blüten die Fruchtblätter vor die Kelchblätter fallen.

Die Schwarzfärbung des Kernholzes wird durch langsame Humifizierung eines aus den inneren Lagen der Splintholzzellen hervorgegangenen Gummis bewirkt.

215. Familie. Symplocaceae.

Mit der vorigen, enger aber mit der folgenden Familie verwandt, ist die Familie hauptsächlich durch einen halb oder ganz unterständigen, bis oben gefächerten Fruchtknoten verschieden. Die Staubblätter sind sehr zahlreich und die Blüten zwittrig. — Die einzige Gattung *Symplocos* umfasst etwa 170 Arten, die in den Tropen beider Hemisphären gedeihen; die meisten gehören Ostasien, dem Monsungebiete und Neukaledonien an. Ausser der Verwendung des festen Holzes ist der Gebrauch der Blätter einzelner Arten zu einem wohlschmeckenden Thee von Bedeutung (*S. caparoensis* in Brasilien).

Blüten von *symplocos*ähnlichen Formen sind fossil aus dem Tertiär bekannt, so z. B. *S. Bureauana* aus dem Eocän von Sezanne; auch die Blüten, welche als *Bombax sepultorum* aus dem Miocän von Südfrankreich beschrieben wurden, gehören vielleicht hieher.

216. Familie. Styraceae.

Der Hauptunterschied gegen die Verwandten liegt in dem nur bis zur Hälfte gefächerten Fruchtknoten. — Bäume und Sträucher, die häufig mit Sternhaaren oder Schuppen bekleidet sind. Die Blüten stehen gewöhnlich in Trauben.

Die Gattung *Halesia*, in Amerika und Ostasien heimisch, ist durch kreiselförmige, geflügelte oder gerippte Früchte ausgezeichnet; *H. tetraptera* wird nicht selten in Anlagen kultiviert (*Schneeglöckchenbaum*). *Styrax officinalis* ist eine von dem Verbreitungsgebiete in Amerika und Süd- und Ostasien versprengte Mittelmeerform, die wahrscheinlich als Relikt der Tertiärflora zu betrachten ist. Im Altertum lieferte sie den *Styrax liquidus,* der heute von *Liquidambar*

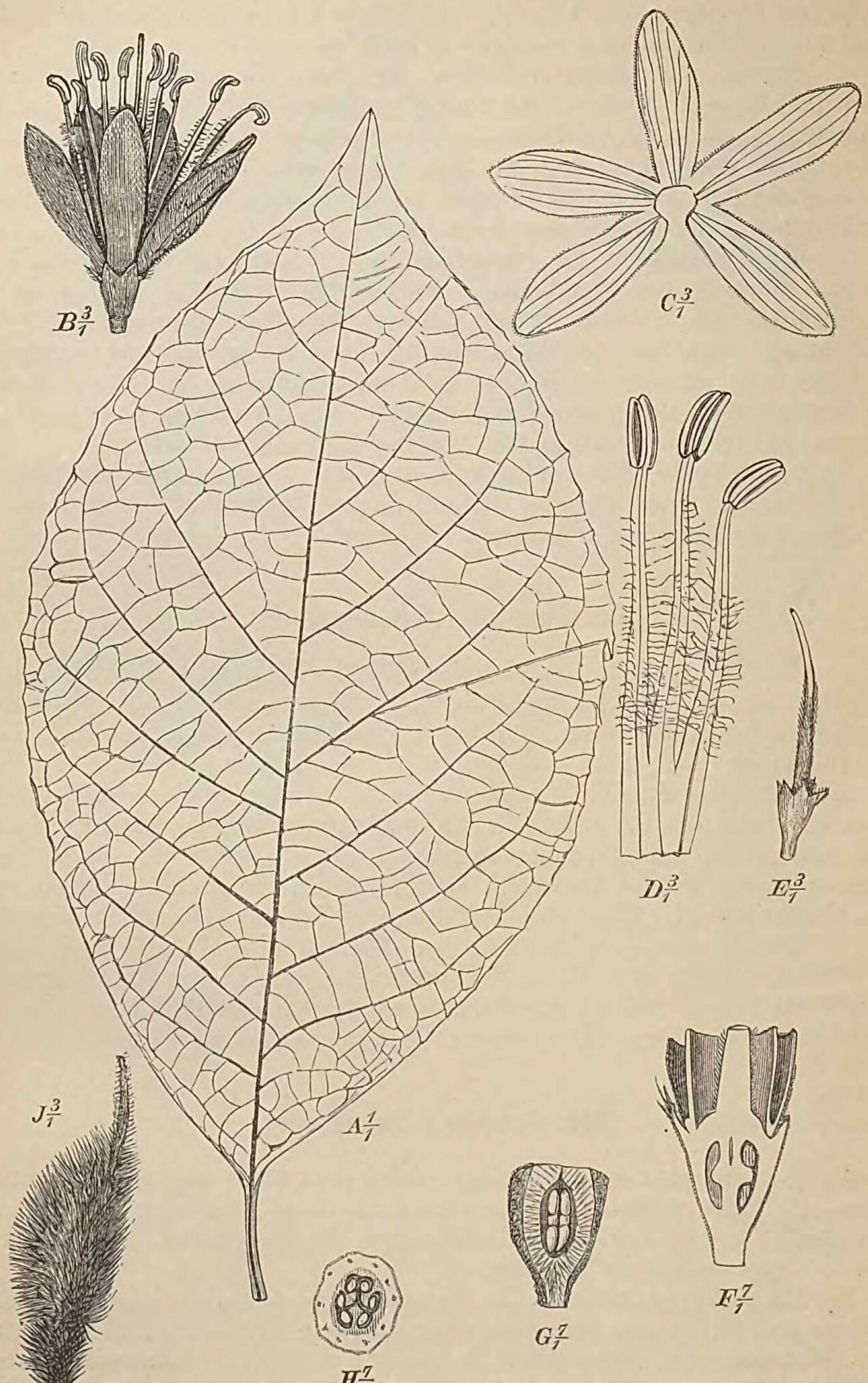


Fig. 175. *Pterostyrax hispida.* *A* Blatt; *B* Blüte; *C* aufgeschnittene und ausgebreitete Blumenkrone; *D* ein Teil des Androeceums; *E* Fruchtknoten mit Kelch; *F* derselbe im Längsschnitte *G* derselbe angeschnitten; *H* derselbe im Querschnitte; *J* Frucht (nach Koehne).

orientale gewonnen wird; *S. Benzoin,* in Malesien heimisch, auf Java im grossen kultiviert, gibt das *Benzoeharz,* dessen Entstehung und Ausfluss nur durch Verwundungen erzeugt wird; in der unverletzten Pflanze sind keine Sekrete nachweisbar; *Pterostyrax hispida* ist ein durch seine Blütenfülle bemerkenswerter Baum Japans, der bei uns zuweilen kultiviert wird (Fig. 175). Fossile Reste sind nicht mit Sicherheit bekannt.

Morphologie. Man ist geneigt, alle diejenigen diagrammatischen Verhältnisse der Ebenales, welche ein Androeceum in der doppelten Zahl der Blumenblätter aufweisen, als diplostemonisch anzusehen; kommen höhere Zahlen vor, so erklärt man diese als durch Spaltung hervorgebracht. Bei der Gleichzahl von Karpiden mit den Blumenblättern soll stets episepale Stellung vorkommen.

Die Pollenübertragung wird höchst wahrscheinlich wegen des entwickelten Schauapparats in den Blüten durch Insekten vermittelt.

4. Reihe. Contortae.

Blüten fast stets strahlig und zwittrig, meist 5gliedrig und sympetal, selten sind sie chori- oder apetal. Der Staubblatt- und Fruchtblattkreis ist gleich- oder ungleichzählig; die Staubblätter sind der Blumenkrone angeheftet, die Abschnitte der letzteren häufig in der Knospenlage gedreht, doch kommt auch klappige Deckung vor. Der Fruchtknoten ist oberständig. Kreuzgegenständige Stellung der Blätter ist häufig.

217. Familie. Oleaceae.

Die Blüten sind strahlig, zwittrig oder getrenntgeschlechtlich, 2- bis mehrgliedrig, sym-, chori- oder apetal. Die Blumenblätter haben eine dachige oder klappige Knospenlage. Staubblätter sind fast stets 2 vorhanden, sie sind nur selten hypogyn; Fruchtblätter 2 mit 2, seltener mehr oder weniger, gewendeten Samenanlagen in jedem Fache. Die Frucht ist kapsel-, beeren- oder steinfruchtartig; der Keimling ist gerade. — Holzgewächse, die zuweilen klettern, mit kreuzgegen- oder quirlständigen, einfachen oder gefiederten Blättern ohne Nebenblätter. Blüten in rispigen oder cymösen Inflorescenzen.

Die Unterfamilie der *Oleoideae* hat vom Scheitel der Fruchtknotenfächer herabhängende Samenanlagen. — Die *Fraxineae* besitzen Flügelfrüchte: *Fraxinus excelsior* (*Esche*), ein häufiger, europäischer Waldbaum, ist apetal und zwittrig oder getrenntgeschlechtlich, *F. Ornus* (*Mannaesche)* (Fig. 176) dagegen meist zwittrig und mit freien Blumenblättern versehen; sie liefert die *Manna,* welche hauptsächlich in Sicilien durch Einschnitte in die Rinde gewonnen wird. — Die *Syringeae* sind durch Kapselfrüchte ausgezeichnet: *Syringa vulgaris* (*Flieder, blauer Flieder*), aus dem Oriente, wird allgemein in blauen und weissen Farbenvarietäten kultiviert; *Forsythia suspensa*, mit schönen, gelben, vor den Blättern erscheinenden Blüten, stammt aus China und wird gegenwärtig häufig in Gärten gezogen. — Die *Oleeae*

haben fleischige Früchte: *Olea europaea* liefert aus dem Fleische der Steinfrüchte (*Olivae*) das *Olivenöl* (*Oleum Olivarum*); *Ligustrum vulgare* (*Liguster*) mit schwarzen Beeren wird allgemein als Heckenpflanze verwendet.

Die Unterfamilie der *Jasminoideae* hat vom Grunde des Fruchtknotens aufsteigende Samenanlagen: *Jasminum officinale* aus Ostindien gibt das sehr wohlriechende, zu Parfüm verwendete *Jasminöl.*

Morphologie. In dem Diagramme der Oleaceae ist besonders die wechselnde Stellung der Staubblätter und Karpiden von Bedeutung. Ganz allgemein stehen die ersten Organe in den 2zähligen Blüten transversal, mögen diese Vor- oder Kelchblätter sein. Die gleiche Stellung kommt, ohne dass Kelch- und Blumenblätter entwickelt sind, den auf die Vorblätter unmittelbar folgenden Staubblättern der Zwitterblüten von *Fraxinus excelsior* zu, während sich die Fruchtblätter mit ihnen kreuzen. Die 4 Blumenblätter von *Olea, Syringa*

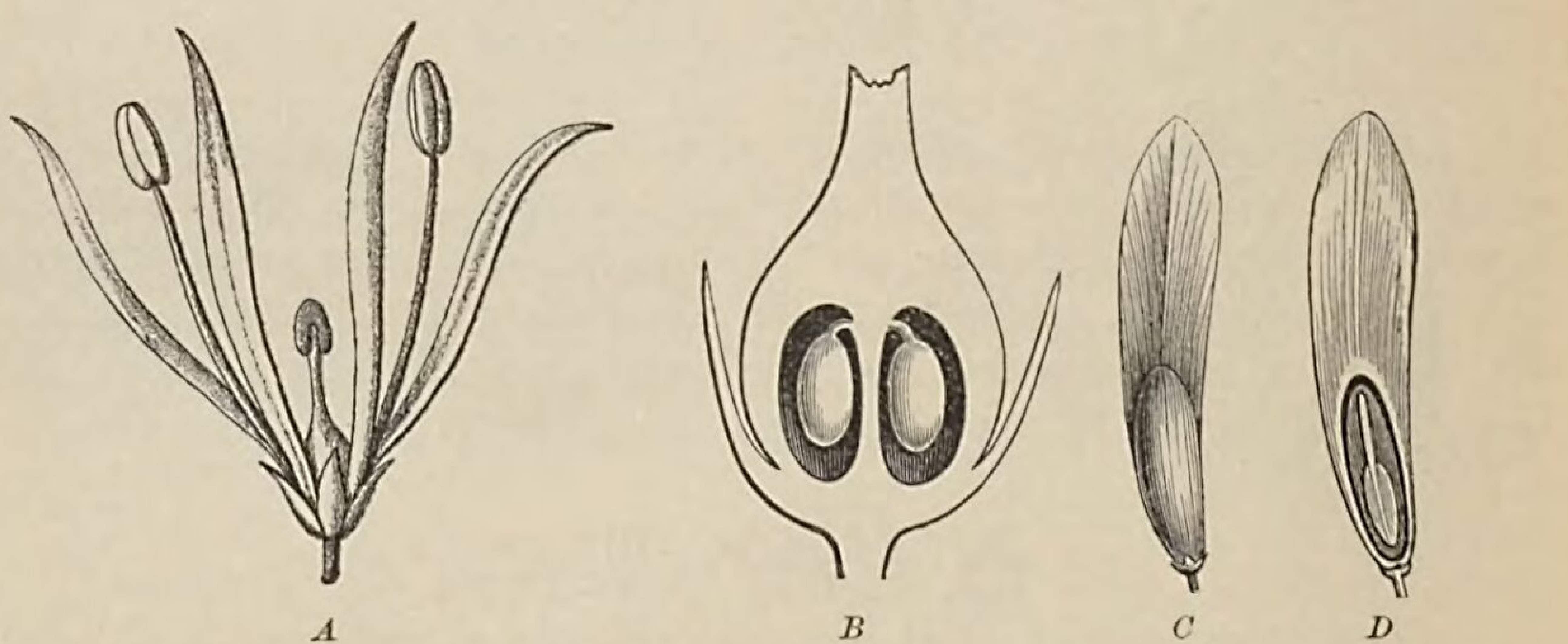


Fig. 176. *Fraxinus Ornus.* *A* Blüte; *B* Fruchtknoten im Längsschnitte; *C* Frucht; *D* dieselbe im Längsschnitte (nach Luerssen).

und *Ligustrum* stehen im schrägen Kreuz; die Staubblätter zeigen aber an verschiedenen Dichasien bei *Ligustrum* bald eine mediane, bald eine transversale Stellung; da sich nun die Fruchtblätter stets mit ihnen kreuzen, so haben diese bald transversale, bald mediane Orientierung. Ein ähnlicher Stellungswechsel findet sich auch bei den in Kelch und Krone 5-, 6- oder mehrgliedrigen Blüten von *Jasminum.* Eichler hat denselben durch ein Paar einzuschaltende Vorblätter zu erklären versucht, eine Annahme, der wir nicht zustimmen können.

Die Pollenübertragung wird durch Insekten besorgt.

218. Familie. Salvadoraceae.

Eine kleine, den Wüstengegenden Asiens und Afrikas angehörige Gruppe, die sich hauptsächlich von der vorigen durch die Vierzahl der Staubblätter unterscheidet.

Salvadora persica ist in Afrika bis zum Namalande und in

Westasien heimisch, das zähe, faserige Holz liefert den Muhammedanern Zahnbürsten.

219. Familie. Loganiaceae.

Die Blüten sind strahlig, zwittrig oder getrenntgeschlechtlich, 4—5gliedrig. Die Blumenkrone ist meist trichterförmig mit wechselnder Knospenlage. Die Staubblätter sind der Krone angeheftet, meist sind so viel vorhanden als Abschnitte derselben (sehr selten 1). Der oberständige Fruchtknoten besteht aus 2, seltener mehr Blättern

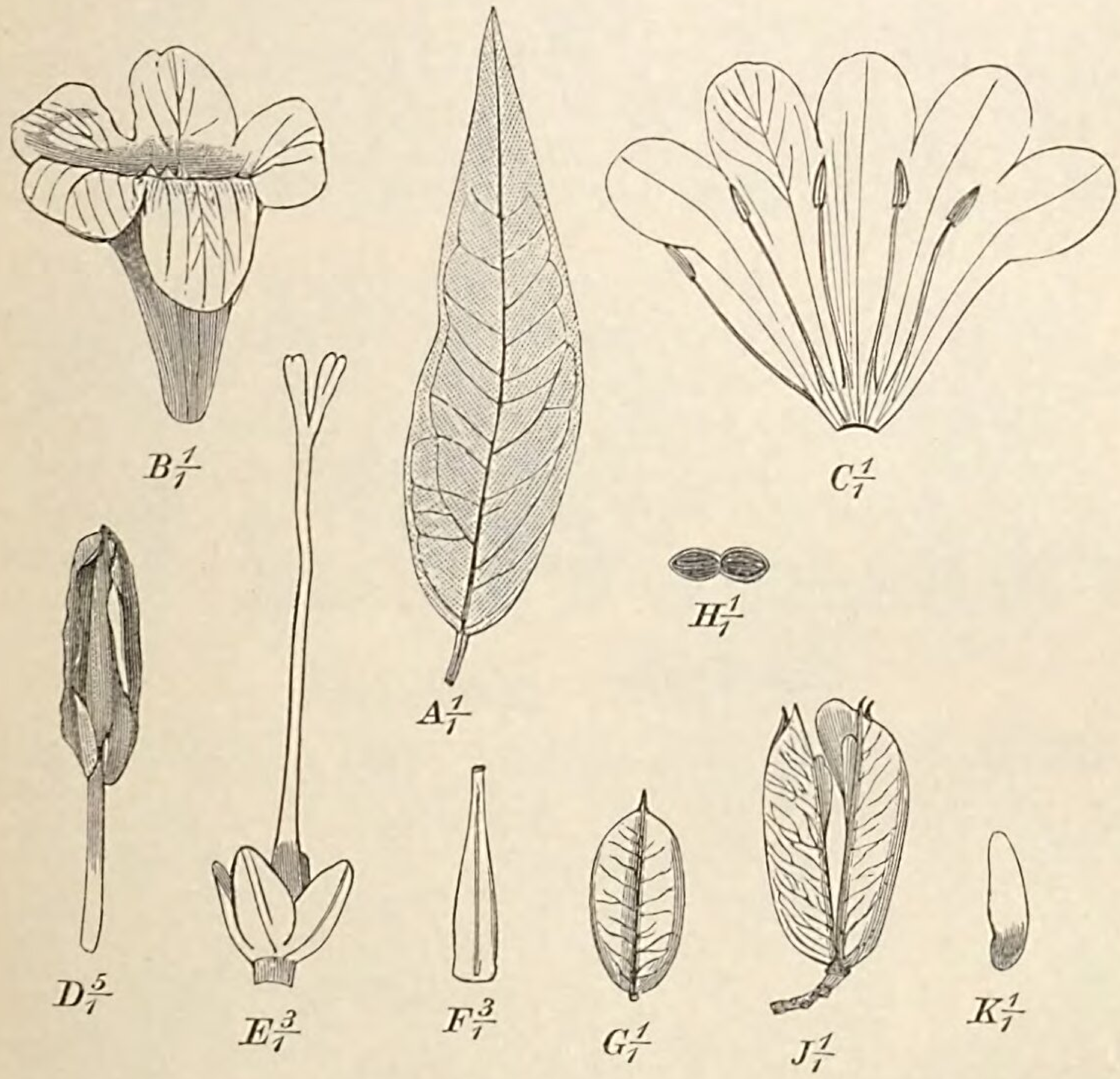


Fig. 177. *Gelsemium sempervirens.* *A* Blatt; *B* Blumenkrone; *C* dieselbe aufgeschnitten und ausgebreitet; *D* Staubblatt; *E* Kelch mit Stempel; *F* Fruchtknoten ohne den Griffel; *G* Frucht; *H* dieselbe im Querschnitte; *J* Kapsel, aufgesprungen; *K* Same (nach KOEHNE).

und enthält 1 bis viele Samenanlagen in jedem Fache, die an der scheidewand- oder innenwinkelständigen Samenleiste befestigt sind. Die Frucht ist beeren-, steinfrucht- oder kapselartig, die Kapseln sind wandspaltig, 2klappig. Samen mit fleischigem oder knorpeligem Nährgewebe. — Holzgewächse, seltener Kräuter, mit kreuzgegenständigen Blättern und Nebenblättern oder die Blattstiele verbindenden Linien. Blüten in cymösen Inflorescenzen.

Die Unterfamilie der *Loganioideae* hat markständiges Leptom, Drüsenhaare fehlen. — Die *Gelsemieae* besitzen eine Blumenkrone mit dachiger Knospenlage und Kapselfrüchte. *Gelsemium sempervirens*

(Fig. 177), im östlichen Nordamerika heimisch, gibt ein in der amerikanischen Pharmakopoe vorgeschriebenes, narkotisches Rhizom. — Die *Spigelieae* haben wickelige Blütenstände vom Aussehen einseitswendiger Trauben, klappige Knospenlage der Blumenkrone und Kapselfrüchte: *Spigelia Anthelmia* aus Nordamerika war früher offizinell. — Die *Strychneae* haben eine klappige Knospenlage der Blumenkrone und Beerenfrüchte: *Strychnos nux vomica* aus Ostindien ist besonders in den Küstenwäldern von Birma und den Sundainseln verbreitet; sie gibt die strychninhaltigen und sehr giftigen *Nuces vomicae* (*Brechnüsse*, *Krähenaugen*); *St. colubrina* aus Ostindien gibt *Schlangenholz; St. toxifera* aus Guyana liefert den wesentlichsten Bestandteil des Starrkrampf erzeugenden Pfeilgiftes *Curare* oder *Wurari*; *St. potatorum* aus Ostindien ist nicht giftig, die Samen dienen zur Klärung des Wassers; die Früchte einiger afrikanischer Arten werden gegessen.

Die Unterfamilie der *Buddleioideae* hat kein markständiges Leptom, Drüsenhaare sind vorhanden. *Buddleia japonica* wird in Parkanlagen kultiviert.

Morphologie. Die *Strychnos*arten klettern sehr häufig mit Hilfe von reizbaren Klimmzweigen, die sich zuweilen sehr beträchtlich verdicken. Die Kelchstellung ist in der Regel die häufige nach 2 Vorblättern, mit dem unpaaren Kelchblatt nach hinten gewendet; nur *Logania neriifolia* hat wie bei den *Lobeliaceae* dasselbe nach vorn zu gelegen. *Anthocleista* ist dadurch ausgezeichnet, dass auf einen 4gliedrigen Kelch eine hoch- (bis 15-)gliedrige Korolle folgt; die Staub- und Fruchtblätter sind mit ihr gleichzählig.

220. Familie. Gentianaceae.

Die Blüten sind strahlig, fast stets zwittrig, meist 4—5gliedrig. Die Kelchblätter sind frei oder verbunden; die Blumenkrone hat gewöhnlich eine gedrehte Knospenlage. Staubblätter sind so viele als Blumenkronenabschnitte vorhanden, sie sind der Röhre angeheftet, zuweilen sind einige steril. Der Fruchtknoten wird aus 2 Blättern gebildet; er ist meist 1fächrig mit wandständigen Samenleisten, die viele gewendete Samenanlagen tragen. Die Kapsel springt in den Verbindungsnähten auf. Die Samen enthalten einen kleinen Keimling in fleischigem Nährgewebe. — Einjährige oder ausdauernde Kräuter, selten Sträucher mit meist kreuzgegenständigen Blättern ohne Nebenblätter; Blüten in Cymen. Viele enthalten einen bitteren Extraktivstoff.

Die Unterfamilie der *Gentianoideae* hat kreuzgegenständige Blätter und gedrehte oder dachige Knospenlage der Blumenkrone; markständiges Leptom ist vorhanden. — Die *Chironieae* sind durch vorspringende Samenleisten ausgezeichnet; *Erythraea Centaurium* (*Tausendguldenkraut*), ein einjähriges Kraut unserer Triften mit roten Blüten liefert die *Herba Centaurii minoris*. — Die *Swertieae* besitzen flache Samenleisten: *Gentiana lutea* mit mächtigem Wurzelstock und gelben, tiefgeteilten Blumenkronen gibt *Radix Gentianae*; sie wächst besonders in den Alpen; man destilliert aus den Wurzeln einen

bitteren Branntwein (Enzianschnaps); auch andere Arten werden ähnlich benutzt.

Die Unterfamilie der *Menyanthoideae* ist durch spiralig gestellte Blätter und durch eine eingebogen klappige Knospenlage der Blumenkrone gekennzeichnet; markständiges Leptom ist nicht vorhanden. *Menyanthes trifoliata* (*Biber-, Fieber-* oder *Bitterklee*) mit gedreiten Blättern ist in Sümpfen häufig und gibt *Herba Trifolii febrini; Limnanthemum nymphaeoides* ist eine weitverbreitete Wasserpflanze mit nierenförmigen Blättern und schönen gelben Blüten.

Morphologie. Der Blütenstand von *Limnanthemum* tritt scheinbar aus dem Blattstiele hervor; er ist aber in Wirklichkeit terminal und nur die verhältnismässig dünne Achse erzeugt die Täuschung, als ob das an und für sich sitzende Blatt gestielt sei. Die Blütenstände sind oft sehr regelmässig dichasisch, gehen aber durch Förderung aus dem oberen Vorblatte zuweilen in Wickeln über, die bei *Erythraea spicata* ährenförmig aussehen; Schraubeln

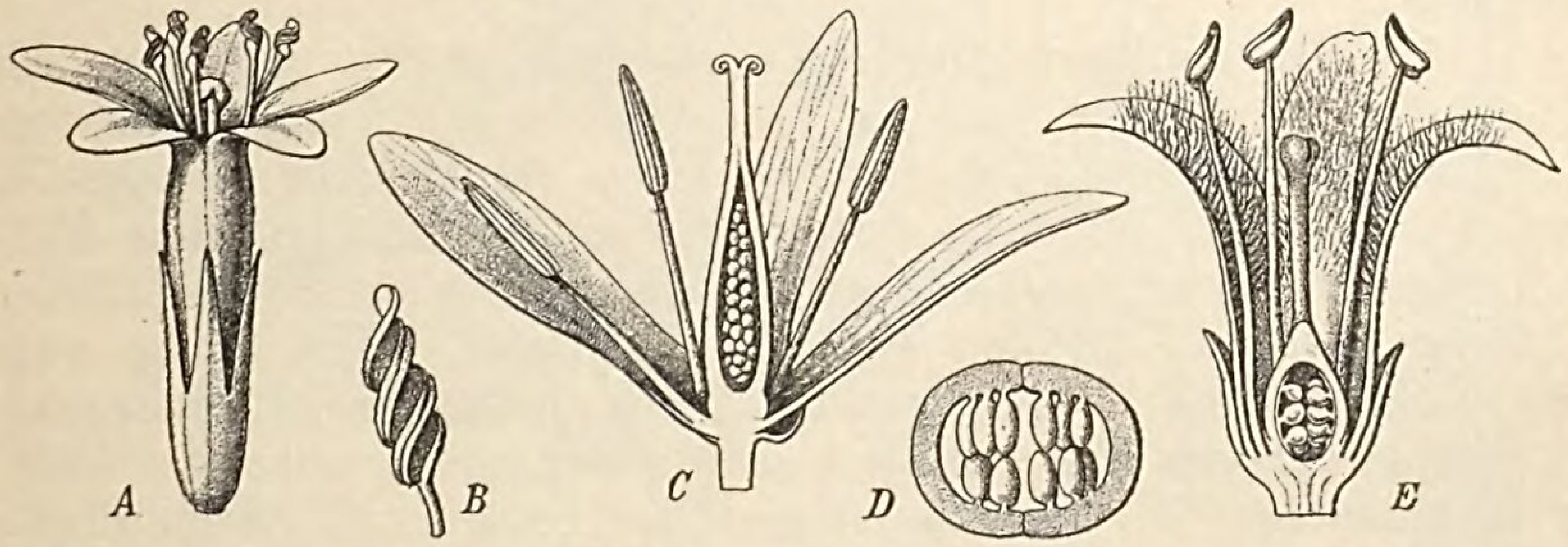


Fig. 178. *Erythraea Centaurium*. *A* Blüte; *B* Staubgefäss. — *Gentiana lutea*. *C* Blüte im Längsschnitte; *D* Fruchtknoten im Querschnitte. — *E Menyanthes trifoliata*, Blüte im Längsschnitte.

mit der Förderung aus dem oberen Vorblatte sind selten. Die Kelchstellung ist gewöhnlich die verbreitetste nach 2 Vorblättern, derzufolge das unpaare Kelchblatt in 5gliedrigen Blüten nach hinten fällt; bei *Erythraea Centaurium* ist sie aber umgekehrt (Lobeliaceenstellung). *Menyanthes trifoliata* hat eine Traube mit Gipfelblüte, die meist gegen die Regel 6gliedrig gebaut ist; auch die Kelchstellung wechselt in dieser Gattung häufig. Die Karpiden liegen in der Mediane des unpaaren Blattes. Bei den 4gliedrigen Blüten von *Swertia* kommt ein Wechsel gleich dem bei den Oleaceae vor; auch hier nahm Eichler eine „versteckte Vorblattbildung" an. Die Blüten von *Menyanthes* sind dimorph, es wechseln lang- und kurzgrifflige.

Die Pollenübertragung geschieht durchgehends durch die Vermittlung von Insekten.

221. Familie. Apocynaceae.

Die Blüten sind strahlig, zwittrig, 4—5gliedrig. Die Blumenkrone hat häufig eine gedrehte Knospenlage und damit im Zusammen-

hange eine oft höchst auffallende Ungleichseitigkeit der Blumenkronenabschnitte, seltener ist sie klappig. Die Staubblätter sind in verschiedener Höhe, zuweilen am untersten Grunde der Röhre angeheftet; die Staubbeutel sind häufig mit dem verdickten und mit einem Ringe versehenen Narbenkopfe verklebt. Die Fruchtblätter sind entweder nur durch den Griffel oder auf der ganzen Ausdehnung miteinander verbunden; der Fruchtknoten ist dann entweder 1- oder 2fächrig und nicht selten halbunterständig. Samenanlagen sind meist viele an scheidewand-, selten wandständigen Samenleisten befestigt. Die Früchte sind meist Balgkapseln, zuweilen aber auch steinfrucht- oder beerenartig. Der gerade Keimling liegt in einem nur spärlichen Nährgewebe oder dieses fehlt ganz. — Aufrechte oder häufiger windende Holzgewächse (Lianen) oder Kräuter mit kreuzgegen- oder quirlständigen, seltener spiralig gestellten, meist nebenblattlosen Blättern, die häufig eine eigentümliche, parallele, enge Nervatur zeigen. Blüten in cymösen oder rispigen Verbänden, die cymös auslaufen. Milchsaftschläuche und inneres Leptom sind stets entwickelt.

Die *Plumieroideae* sind gekennzeichnet durch getrennte Karpiden; die Staubbeutel sind bis zum Grunde mit Pollen gefüllt und nicht am Narbenkopfe befestigt. — *Vinca minor* (*Immer-* oder *Singrün*), in unseren Wäldern verbreitet, mit schönen, blauen Blüten und stark behaarten Staubblättern und Narben, wird häufig kultiviert; *Alstonia scholaris*, auf den Molukken heimisch, wird häufig wegen ihrer heilkräftigen Rinde gezogen. Die Früchte der auf Madagaskar heimischen *Cerbera Tanghin* sind sehr giftig und werden bei Gottesurteilen benutzt; *C. Odollam* ist eine der gemeinsten Strandpflanzen des Indischen Ozeans, deren Früchte vermöge eines Schwimmgewebes durch das Wasser verbreitet werden. Die *Carisseae* haben vereinte Karpiden und die Staubbeutel sind bis zum Grunde mit Pollen gefüllt: *Landolphia florida* (besser *L. comorensis*) wächst im ganzen tropischen Afrika; sie und ganz besonders *L. Kirkii* aus Deutsch-Ostafrika liefern Kautschuk.

Die *Echitoideae* haben getrennte Karpiden; die in der unteren Hälfte pollenfreien Staubbeutel sind stets pfeilförmig und an die Narbenköpfe angeklebt. — *Nerium Oleander*, mit geschwänzten Konnektiven, ist vom Mittelmeergebiete bis Indien heimisch und wird bei uns der schöngefärbten, wohlriechenden Blüten halber allgemein kultiviert. *Strophanthus hispidus* (Fig. 179), aus dem tropischen Westafrika, mit langgeschwänzten Blumenkronenabschnitten, liefert *Semina Strophanthi*; *Apocynum cannabinum* und *A. androsaemifolium* sind in Nordamerika heimisch; ersteres liefert einen zähen Faserstoff.

Fossile Blüten, welche wegen der Schiefe der Blumenkronenabschnitte sehr wahrscheinlich zu den Apocynaceae gehören, sind im Miocän von Frankreich gefunden und zu *Nerium* gerechnet worden. Auch Blätter mit der eigentümlichen Nervatur sind wohl mit Recht in die Familie gestellt worden, z. B. *Apocynophyllum* aus dem Bernstein.

Morphologie. Die Blütenstände zeigen in dem dichasialen Typus Neigung zur Schraubelnbildung. Bei *Vinca minor* sind reine

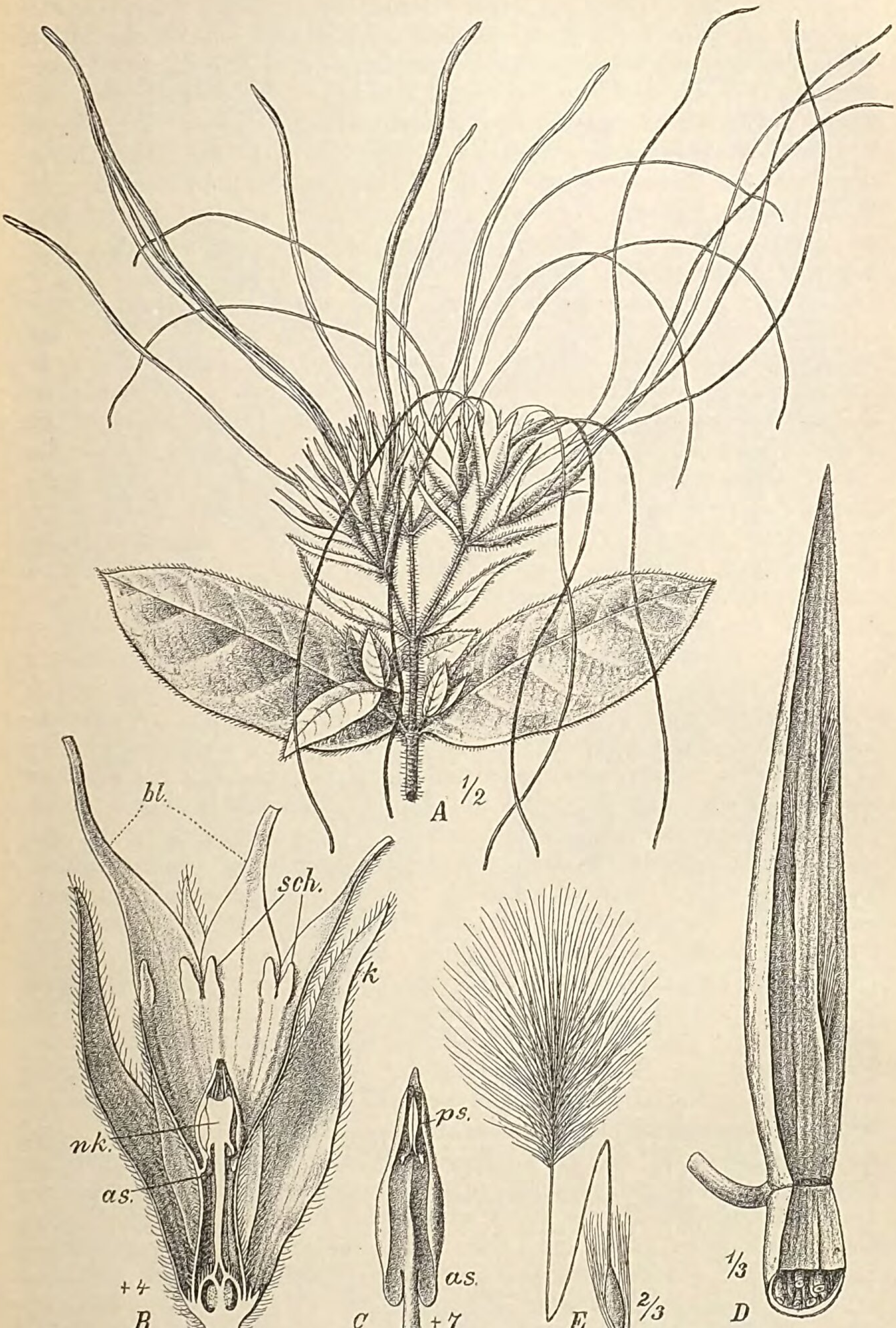


Fig. 179. *Strophanthus hispidus.* *A* Zweig mit Blütenstand; *B* Blüte im Längsschnitte; *k* Kelch, *bl* Blumenblattschwänze, *sch* Kronenschuppen, *as* Staubbeutelschwänze, *nk* Narbenkopf; *C* Staubgefäss, *ps* Pollensack; *D* Frucht; *E* Same.

Schraubeln mit laubigen Begleitblättern entwickelt. Die Kelchstellung ist überall die gewöhnliche. Häufig sind am Kelche innere Drüsenbelege; ein intrastaminaler, ringförmiger oder gelappter Discus ist nicht selten; bei *Vinca* ist er auf 2 zwischen den Kapseln stehende Zipfel reduziert. Schuppen in der Blumenkrone sind ein Homologon zu der Corona der Asclepiadaceae (s. Fig. 179 *sch*). Sehr bemerkenswert ist die feste Verbindung der *Echitoideae*-Staubbeutel mit dem Griffelkopfe, die erst kurz vor dem Aufblühen erfolgt, häufig aber so fest ist, dass eher der Staubbeutel zerreisst, als dass die Verbindung gelöst werden kann. Sie wird bewirkt durch eine kallöse Leiste oder Platte auf der Innenseite des Konnektivs, die am Grunde zuweilen noch von 2 kallösen Kügelchen begleitet wird. Manchmal verkleben auch noch die oberen Staubfäden mit dem Griffel, die unteren Teile der Fäden sind aber stets frei und gewähren einen Zugang zu den Nektarien. Wenn Fliegen ihre Rüssel zwischen die Fäden hindurchstecken, können sie oft wegen seiner Artikulation den Rüssel dann nicht mehr zurückziehen und bleiben an den Blüten gefangen (*Apocynum, Lyonsia*). Langrüsselige Insekten gelangen dagegen ungefährdet zu den Honigquellen, berühren dabei mit dem Kopfe die Höhlung über dem Narbenkopfe, welche den Pollen aufnimmt und übertragen den letzteren auf andere Blüten.

222. Familie. Asclepiadaceae.

Die Blüten sind strahlig, zwittrig und 5gliedrig. Die Kelchblätter sind ganz oder fast frei, mit dachiger Knospenlage. Die Blumenkrone hat meist eine gedrehte Knospenlage. Die Staubblätter sind fast stets unter sich und mit dem Griffelkopfe verbunden, der Blumenkronenröhre angeheftet und rückwärts mit mannigfach gestalteten Anhängseln versehen, welche die sogenannte Corona bilden. Die Pollenkörner sind gewöhnlich zu wachsartigen Pollinien verklebt. Die Fruchtblätter sind am Grunde getrennt, werden aber durch den Griffel, der in einen schild-, kegel- oder schnabelförmigen Narbenkopf ausgeht, zusammengehalten. Die Frucht ist eine Balgkapsel mit vielen zusammengedrückten Samen, die von einem Haarschopfe gekrönt sind; der flache, gerade Keimling liegt in meist spärlichem Nährgewebe. — Ausdauernde Kräuter oder Sträucher, die häufig winden, andere sind fleischig von kaktusähnlicher Tracht; jene haben meist kreuzgegenständige, nebenblattlose Blätter, bei diesen sind sie zuweilen sehr reduziert, fast fehlend. Wie bei der vorigen Familie sind Milchsaftschläuche und inneres Leptom stets vorhanden.

Die Unterfamilie der *Periplocoideae* hat in den 4fächrigen Staubbeuteln körnigen Pollen und freie oder nur am Grunde verbundene Staubblätter: *Periploca graeca* aus dem Mittelmeergebiete ist eine bei uns zuweilen kultivierte Schlingpflanze.

Die Unterfamilie der *Asclepiadoideae* hat wachsartige Pollinien in 2fächrigen Staubbeuteln; die Staubblätter sind hoch verwachsen. — Bei den *Cynancheae* hängen die Pollinien von einem eigentümlichen Klemmkörper (s. unten) herab; die Knospenlage der Blumenkrone ist

gedreht. *Vincetoxicum officinale* ist eine in unseren Wäldern ziemlich häufige Staude, welche an der Spitze zuweilen windet; *Asclepias Cornuti* (*A. syriaca*) (Fig. 180), die *Seidenpflanze* aus Nordamerika, hat reichblütige, rote, doldenartige Blütenstände; die Blüten sind reich an Honig und deshalb eine gute Bienennahrung. — Die *Marsdenieae* haben querstehende oder aufrechte Pollinien und ebenfalls gedrehte

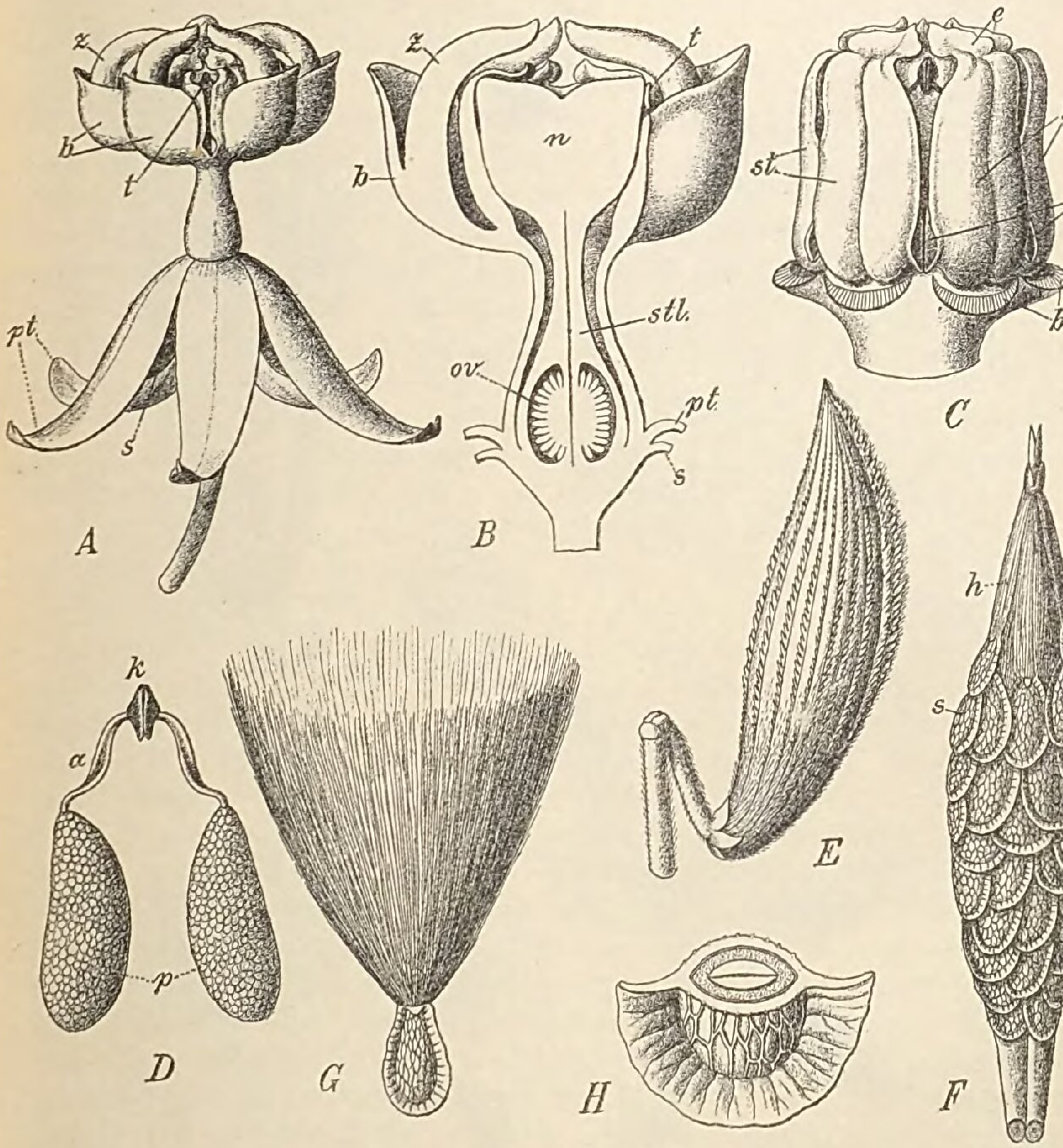


Fig. 180. *Asclepias Cornuti.* *A* Blüte, *s* Kelch, *pt* Blumenkrone, *b* Coronaschuppen, *z* Anhang derselben, *t* Translator; *B* dieselbe im Längsschnitte, *ov* Fruchtknoten, *stl* Griffel, *n* Narbenkopf; *C* Geschlechtsapparat, *st* Staubblätter, *b* Grundteil, *e* Endteil, *l* Leitschienen, *g* Staubbeutel; *D* Pollinien *p*, getragen von den Translatorenarmen *a* und dem Klemmkörper *k*; *E* Frucht; *F* Samen; *H* der Same im Querschnitte (Original).

Knospenlage: *Marsdenia Condurango* von Quito liefert *Cortex Condurango*; *M. erecta* (Fig. 181) ist die einzige europäische Art der Gruppe, die noch auf der Balkanhalbinsel bis Albanien wächst. *Hoya carnosa* (*Wachsblume*) aus Südchina ist eine alte Stubenpflanze. — Die *Ceropegieae* besitzen klappige Knospenanlage der Blumenkrone und sind windende Sträucher oder Kräuter. *C. Sandersonii* wird wegen

der eigentümlichen, grünen, laternenartigen Blüten in Gärten gezogen. — Die *Stapelieae* von kaktusähnlicher Tracht haben ebenfalls klappige Knospenlage der Blumenkrone: *Stapelia hirsuta*, mit grossen violetten, weissbehaarten Blüten wird kultiviert; die Blüten fast aller Arten riechen aasartig.

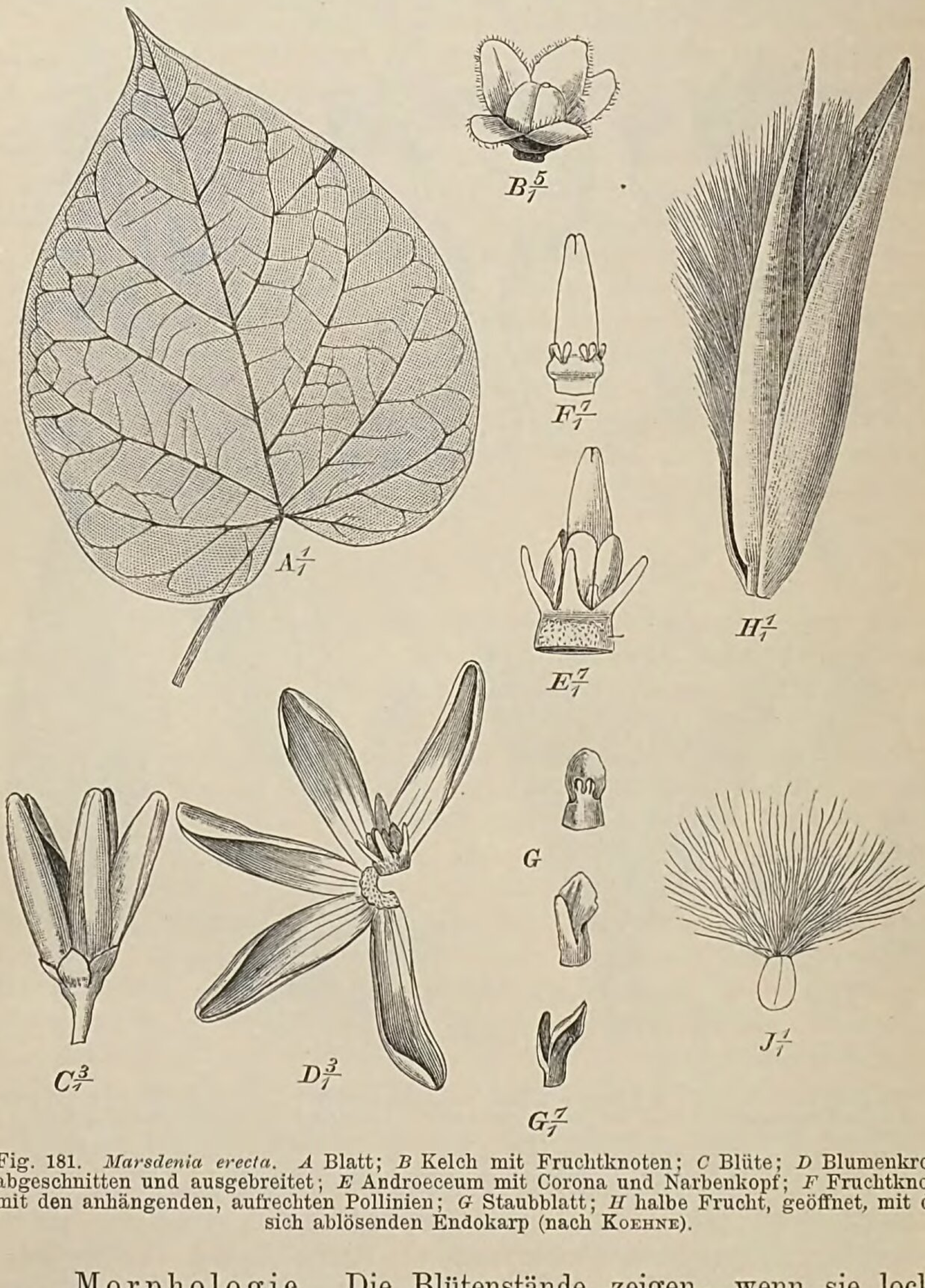


Fig. 181. *Marsdenia erecta.* *A* Blatt; *B* Kelch mit Fruchtknoten; *C* Blüte; *D* Blumenkrone, abgeschnitten und ausgebreitet; *E* Androeceum mit Corona und Narbenkopf; *F* Fruchtknoten mit den anhängenden, aufrechten Pollinien; *G* Staubblatt; *H* halbe Frucht, geöffnet, mit dem sich ablösenden Endokarp (nach Koehne).

Morphologie. Die Blütenstände zeigen, wenn sie locker sind, Neigung zu Schraubeln; nur *Periploca* besitzt Wickeln; häufig sind sie aber (z. B. bei *Asclepias*) doldenartig. Bei manchen Gattungen (*Cynanchum, Asclepias*) stehen sie zwischen 2 Blättern, dabei kreuzen sich die Blattpaare nicht mehr, wie in der Laubregion unter

rechten, sondern unter schiefen Winkeln. Man hat diese Verhältnisse durch die Annahme von sympodialen Sprossverkettungen und Drehungen zu erklären versucht. Die Narbenköpfe sind 5kantig, und zwar alternieren die Kanten mit den Staubblättern; an den oberen Ecken entstehen kallöse Knöpfchen, aus denen die hornartigen Translatoren *t* mit dem unten gespaltenen Klemmkörper *k* werden. Durch Fortsätze (Translatoren-Arme *a*) stehen mit ihnen die Polleninhalte *p* zweier benachbarter, zu zwei verschiedenen Staubbeuteln gehöriger Theken in Verbindung, so dass die Pollinien (Pollinien *p*) bei der Reife fest mit den Klemmkörpern verbunden sind (Fig. 180 *D*). Wenn ein Insekt über die Blüten schreitet, so gleiten die Füsse an den Rändern des Narbenkopfes ab und gelangen in eine durch die harten Staubbeutelleisten (Leitschienen *d*) gebildete Furche, welche sie in die untere Spalte des Klemmkörpers leitet. Zieht das Insekt nun mit einem kräftigen Ruck das Bein an sich, so reisst der Klemmkörper ab und mit ihm werden die Pollinien aus den Taschen entführt. Bezüglich der Lage der Pollinien zu den Translatoren ist ein doppeltes Verhältnis zu unterscheiden: entweder hängen sie von den Translatorenarmen herab (*Cynancheae*) oder sie stehen an ihnen aufrecht (*Marsdenieae*) u. s. w. Da aber auch horizontale Zwischenformen vorkommen, so hat man gemeint, dass dieses Merkmal zur Sonderung der Gruppen nicht geeignet wäre. Das Hauptgewicht ist aber nicht auf die oben erwähnte Stellung zu legen; morphologisch wichtig ist vielmehr, ob die Pollinien in den Taschen des geschienten Grundkörpers (Fig. *C g*) der Staubbeutel oder in einem Anhange oberhalb des Grundkörpers in Vertiefungen des Endkörpers (Fig. *C e*) eingebettet sind. Ist das erstere Verhältnis entwickelt, so liegen die Pollinien durchgehends tiefer als die am oberen Narbenkopfe befindlichen Klemmkörper, d. h. sie hängen herab; bei dem letzteren befinden sie sich meist über dem Klemmkörper, d. h. sie stehen an den Armen aufrecht. Bemerkenswert ist noch, dass bei der Gattung *Secamone* mit aufrechten Pollinien die letzteren stets gepaart an den Translatorenarmen sitzen. Auch bei den Periplocoideae sind Translatoren in der Form von spatelförmigen oder füllhornartigen Körpern entwickelt. Sie besitzen am Grunde eine nach aussen gewendete Klebscheibe, welche die Translatoren (wie die Pollinien bei den Orchidaceae) an die Köpfe der besuchenden Insekten heftet. Die Narbenstellen befinden sich unterhalb der sogenannten Narbe, die deswegen besser als Narbenkopf bezeichnet wird, in den Höhlungen, welche oberhalb der Leitschienen durch Oeffnungen zugänglich sind. Die Anhänge der Staubbeutel bei der Blumenkrone, welche die Corona bilden, sind der Form nach äusserst mannigfaltig und geben die besten Merkmale zur Gattungsunterscheidung ab. Ein intrastaminaler Discus ist niemals entwickelt; innere Drüsenbelege werden am Kelche dagegen nicht selten wahrgenommen.

5. Reihe. Tubiflorae.

Blüten strahlig oder zygomorph, meist zwittrig und 5zählig mit einfachem Staubblattkreise. Die Staubblätter sind in der Kronen-

röhre befestigt, bei den zygomorphen Blüten nicht selten in der Zahl gemindert; Fruchtblätter gleichzählig, nicht selten aber, besonders in den zygomorphen Blüten, nur 2.

223. Familie. Convolvulaceae.

Die Blüten sind strahlig, zwittrig, 5-, seltener 4gliedrig. Der Kelch ist freiblättrig oder nur am tiefsten Grund verwachsenblättrig. Die Knospenlage der Blumenkrone ist meist eingefaltet-klappig. Die Staubblätter sind gewöhnlich tief in der Röhre angeheftet. Der Fruchtknoten ist 2- (selten 3—5)fächrig mit 2 aufrechten, gewendeten Samenanlagen in jedem Fache. Die Frucht ist kapselartig, aufspringend. Die Samen besitzen gefaltete Keimblätter, zwischen denen sich ein reichliches oder spärliches, fleischiges Nährgewebe befindet. — Kräuter, Stauden oder Sträucher mit spiralig gestellten, ganzen oder gelappten, selten verkümmerten Blättern, nicht selten windend, oft Milchsaft führend; Bekleidung aus einfachen Stern- oder Büschelhaaren bestehend. Blüten einzeln, achselständig oder zu botrytischen (zuweilen doldigen) oder cymösen Aggregaten verbunden.

Die *Convolvuloideae* sind grüne Pflanzen mit wohl ausgebildetem Keimlinge. — Die *Dichondreae* sind interessant, weil sie sich durch die Ausbildung von Kokken den Borraginaceae nähern (*Falkia repens* aus Südafrika). — Von den übrigen Gruppen charakterisieren sich die *Convolvuleae* durch einen ungeteilten Griffel. Zu *Exogonium* mit vortretenden Staubblättern gehört *E. Purga,* die echte *Jalapa,* deren rübenförmig angeschwollene Wurzeln (*Tubera Jalapae*) von dem Arzneibuche den Apothekern vorgeschrieben wird; ursprünglich in Mexiko heimisch, wird sie jetzt in Jamaika u. s. w. kultiviert; *Ipomoea,* die grösste Gattung mit 300 in den wärmeren und heissen Gegenden beider Hemisphären vorkommenden Arten hat in Europa nur 3 Vertreter (z. B. *I. littoralis* im Mittelmeergebiete); *I. Pes caprae* ist eine der charakteristischsten Strandpflanzen der Tropen beider Hemisphären, mit kurz 2lappigen Blättern; *I. Batatas* (*Batate, süsse Kartoffel*) ist eine der wichtigsten Knollenpflanzen der Tropen, die als Nahrungsmittel hohe Bedeutung hat; *Convolvulus,* von jener durch 2spaltige Narbe verschieden, ist ebenfalls artenreich: *C. arvensis,* die *Ackerwinde,* ist ein kosmopolitisches Unkraut, das wegen der tiefgehenden Wurzeln unausrottbar wird; *Calystegia* ist nur durch die grossen, laubigen Vorblätter verschieden: *C. sepium,* unsere *grosse weisse Winde,* ist über die gemässigten Teile der nördlichen und südlichen Halbkugel weit verbreitet.

Die *Cuscutoideae* sind chlorophyllose Schmarotzer: *Cuscuta Epilinum* ist zuweilen dem Flachse sehr schädlich; *C. Epithymum,* besonders in der Form, die als *C. Trifolii* (*Kleeseide, Seide*) beschrieben wurde, richtet auf Kleefeldern oft ausserordentlichen Schaden an.

Morphologie. Die Kotyledonen der Convolvulaceae sind gross, blattartig und häufig mehr oder weniger tief 2lappig. Die

windenden Arten zeigen fast stets eine Linksdrehung der Stengel. Im Stamm findet sich zuweilen abnorme Holzstruktur, durch das Auftreten sekundärer Cambiumstränge bedingt; bicollaterale Gefässbündel mit innerem Stereom sind verbreitet. Die Milchsaftschläuche sind gegliedert, die Querwände werden später zuweilen ganz resorbiert.

Der Keimling von *Cuscuta* ist ungegliedert; er tritt als nutierender Faden aus dem Samen und legt sich an eine benachbarte Pflanze an; die Berührungsstelle verdickt sich und wird scheibenförmig, worauf aus der Mitte ein in dem tieferen Rindengewebe entstehender Saugfortsatz (Haustorium) in die Wirtspflanze eindringt; die Spitzen des Haustoriums fächern sich pinselförmig auf und die hyphenähnlichen Zellen verwachsen innigst mit dem Gefässbündel der Wirtspflanze. Nachdem die erste Verbindung mit der befallenen Pflanze sich vollzogen hat, stirbt der untere Teil der *Cuscuta,* welcher die Verbindung mit der Erde herstellte, ab. Die Rinde enthält übrigens etwas Chlorophyll, und die fadenförmigen Stengel können deswegen, wenn sie keinen Wirt finden, eine ziemliche Grösse gewinnen. Die Blütenstände sind häufig cymös; bei den Dichasien herrscht die Förderung aus dem oberen Vorblatte vor; wechseln die Bracteolen in der Stellung um, so entstehen wickelartige Verkettungen, ist dies nicht der Fall, so bilden sich Schraubeln (*Pharbitis*). Der Blüteneinsatz ist der gewöhnliche mit dem unpaaren, zweiten Kelchblatte in dorsaler Stellung. Bei isomeren Blüten wechseln die Fruchtblätter mit den Staubblättern, sind also epipetal.

Die Uebertragung des Blütenstaubes geschieht fast allgemein durch Insekten; manche sind ornithotrophisch (*Quamoclit vulgaris*); nicht wenige weissblühende sind Nachtschmetterlingen angepasst; extranuptiale Nektarien sind an Blattstielen, Blättern, selbst an den Kelchen verbreitert (*Quamoclit*).

224. Familie. Polemoniaceae.

Sie sind den Convolvulaceae nahe verwandt, unterscheiden sich aber durch einen hochverwachsenen Kelch, die nichtgefaltete Knospenlage der Blumenkrone und durch 3gliedriges Gynaeceum. — Kräuter und Stauden mit meist spiralig gestellten, gewöhnlich einfachen Blättern ohne Milchsaft. *Cobaea* ist die einzige kletternde Pflanze mit Blattranken: *C. scandens*, eine der beliebtesten Schlingpflanzen unserer Gärten, stammt aus Mexiko; *Phlox* umfasst steifaufrechte (*Ph. panniculata*, *Herbstflieder*) mit wirtelig gestellten, breiteren Blättern versehene oder niederliegende Arten (*P. subulata*) mit schmalen, kleinen, stechenden Blättern, die vielfach als Gartenpflanzen gezogen werden; sie stammen fast alle aus Nordamerika; *Polemonium coeruleum*, mit fachspaltiger Kapsel, ist circumpolar und wird auch häufig in Gärten kultiviert.

225. Familie. Hydrophyllaceae.

Sie stehen der vorigen Familie nahe, ihre Blumenkrone hat aber dachige Knospenlage. Die Samenanlagen sind amphitrop (halb

gewendet) mit nach oben gekehrter Mikropyle. Sie sind meist in Nordamerika heimisch und umfassen Kräuter mit gewöhnlich spiralig gestellten Blättern.

Nemophila insignis ist eine beliebte Sommerblume, *Phacelia congesta* mit Borraginaceenwickeln wird neuerdings als Bienenblume empfohlen.

226. Familie. Borraginaceae.

Die Blüten sind strahlig, zuweilen aber auch zygomorph, fast stets zwittrig und bis auf den Fruchtknoten 5gliedrig. Die Blumenkrone ist in der Knospenlage dachig oder gedreht und am Schlunde

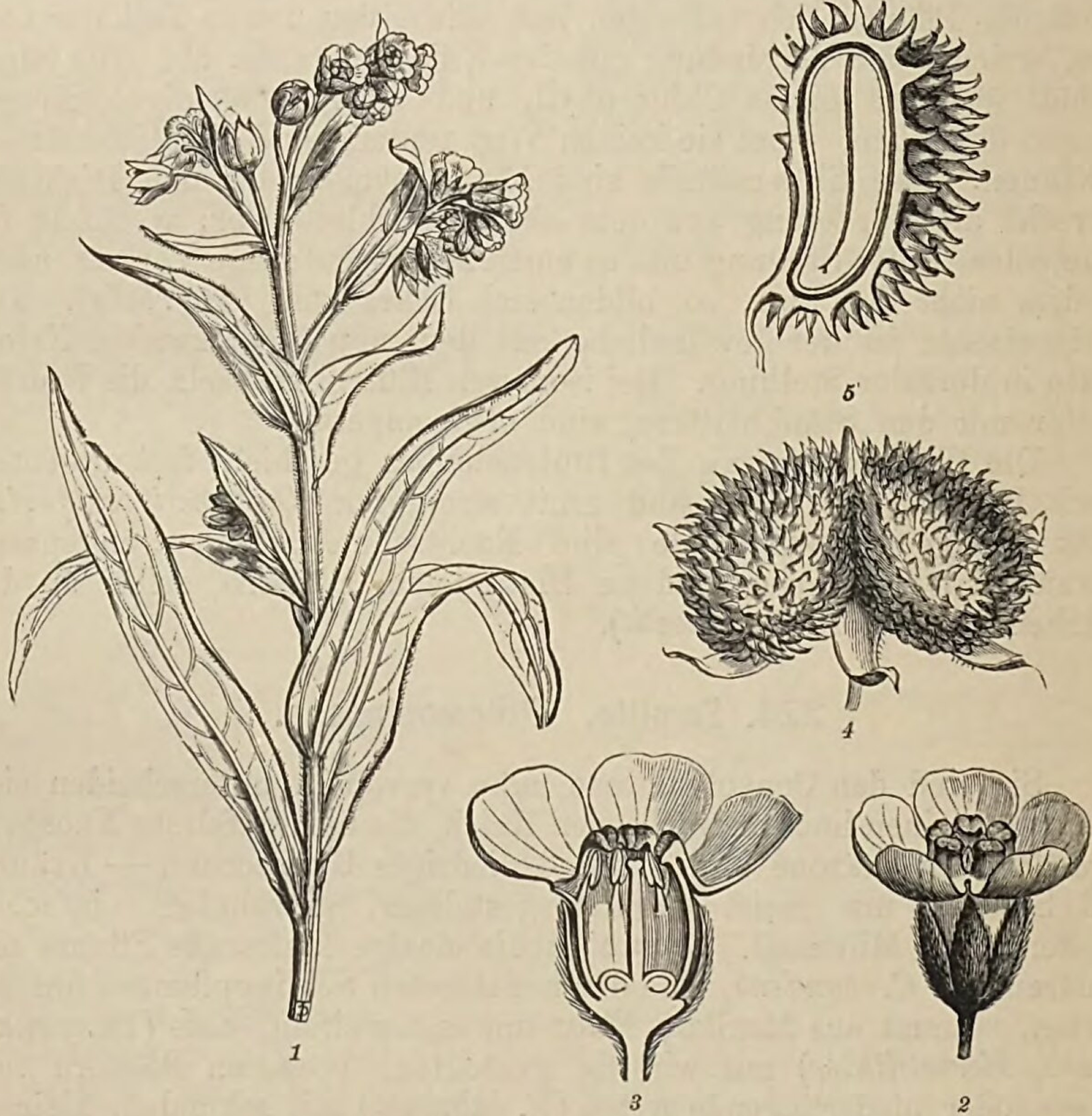


Fig. 182. *Cynoglossum officinale.* 1 Blühender Zweig; 2 Blüte; 3 dieselbe im Längsschnitte mit den Schlundschuppen über den Staubblättern; 4 Frucht; 5 einzelne Klausenfrucht im Längsschnitte (nach Baillon).

sehr häufig mit Schlundschuppen (Fornices) versehen. Der Fruchtknoten ist 2- oder durch sekundäre Scheidewände 4fächrig mit gepaarten, bezw. einzelnen Samenanlagen in jedem Fache, die, halb gewendet, die Mikropyle nach oben kehren. Der Griffel ist ganz, oder 1mal oder 2mal 2spaltig. Die Frucht ist steinfruchtartig oder in 4 nüsschen-

artige Klausen geteilt. — Kräuter-, Stauden- oder Holzgewächse mit meist spiralig gestellten Blättern; die Blüten in Wickeln. Die Pflanzen sind gewöhnlich von hakigen auf Höckern sitzenden Haaren rauh.

Die *Cordioideae* haben einen nicht gelappten Fruchtknoten und einen endständigen, doppelt 2spaltigen Griffel. Die Früchte sind steinfruchtartig; sie sind Holzgewächse der tropischen Gegenden: *Cordia Myxa* aus Ostindien liefert die früher offizinellen *Brustbeeren.*

Die *Heliotropoideae* haben einen nicht gelappten Fruchtknoten und einen ebenfalls endständigen, mit einem Haarringe versehenen Griffel. *Heliotropium peruvianum* wird unter dem Namen *Vanille* häufig als Topfpflanze gezogen.

Die *Borraginoideae* besitzen einen gelappten Fruchtknoten, in dessen Vertiefung der schlanke Griffel befestigt ist. — Die *Cynoglosseae* haben regelmässige Blüten und sind durch Klausen ausgezeichnet, die auf einem kegelförmigen Polster angeheftet sind: *Cynoglossum officinale, Hundszunge,* (Fig. 182) war ehedem offizinell und gilt noch heute als Mittel gegen die Mäuse. — Die *Anchuseae* haben regelmässige Blüten und besitzen abfällige Klausen mit ausgehöhlten Ansatzflächen; mit Hohlschuppen im Schlunde der Blumenkrone sind folgende Pflanzen versehen: *Symphytum officinale* (*Schwarzwurzel*), mit roten, blauen und weissen Blüten; die Wurzel derselben gehörte früher in den Arzneischatz; grosse Arten des Orients, wie *S. asperrimum,* sind als Futterpflanzen empfohlen worden; *Anchusa officinalis* (*Ochsenzunge*) mit lasurblauen Blüten war auch einst offizinell; *Borrago officinalis* mit Gurkengeschmack wird in Küchengärten kultiviert. Die Schlundschuppen fehlen den folgenden: *Pulmonaria officinalis* (*Lungenkraut*) in Laubwäldern häufig, gab früher die *Herba Pulmonariae; Alkanna tinctoria* (*Alkannawurzel*) liefert einen schönen roten Farbstoff. — Die *Lithospermeae* unterscheiden sich von den vorigen durch flache Ansatzflächen der Klausen; *Myosotis palustris* (*Vergissmeinnicht*) ist an sumpfigen Orten gemein und wird auch kultiviert. — Die *Echieae* haben zygomorphe Blumenkronen: *Echium vulgare* (*Natterkopf*) mit blauen Blüten ist an Schuttplätzen und besonders an Eisenbahndämmen sehr häufig.

Morphologie. Von Interesse sind zunächst die Blütenstände, welche stets in Wickeln auslaufen, nachdem sie sich vorher unter Umständen traubig oder rispig verzweigt haben. Die Wickeln sind an der Spitze spiral eingekrümmt und werden entweder von zwei Reihen sich dachziegelartig deckender Blätter begleitet oder die letzteren fehlen (nackte Wickeln). Zur Blütezeit zeigen sie auf der Lichtseite einer horizontal gestellten Achse 2 Reihen von Blüten, die um 90° divergieren, die Schattenseite ist blütenfrei; daraus ist die Meinung entstanden, dass sie dorsiventrale Trauben seien. Nach dem Verblühen streckt sich die Blütenachse häufig gerade, stellt sich senkrecht und der Blütenstand ähnelt noch mehr einer Aehre oder Traube.

Die Wickel der Borraginaceae und der Verwandten (Hydrophyllaceae u. s. w.) unterscheiden sich von anderen Wickeln dadurch, dass der Fortsetzungsspross des Sympodiums in gleicher Mächtigkeit auftritt,

wie die Hauptachse, die in eine Blüte aufgeht: es bildet sich ein ellipsoidisch gedehnter Vegetationskegel, der durch eine senkrecht zur langen Achse gestellte Furche in ein Blütenprimord und einen neuen (konjugierten) Vegetationskegel parzelliert wird. Die Furche geht durch die Mitte des Deckblattes jeder Blüte, daher erscheint die letztere stets aus der Mediane gerückt, oder man sagt, das Deckblatt ist nach vorn verschoben. Die Seichtigkeit der Furche bedingt, dass Blüte und Seitenspross durch einen gemeinschaftlichen Fuss verbunden bleiben; man drückt das Verhältnis dadurch aus, dass man beide auf eine mehr oder minder grosse Strecke verwachsen sein lässt, diese gemeinschaftlichen Stücke heissen Merithallien. Das Deckblatt sitzt unmittelbar unter der Blüte, durch die Streckung des Fortsetzungssprosses wird es mit emporgehoben: auch dieses ist daher dem Merithallium „angewachsen“.

Die Blütenstände, welche aus den Achseln grosser Deckblätter hervorbrechen, werden durch Schaltstücke unterhalb der Insertion aus den Achseln entfernt: „sie werden an der Achse emporgehoben oder verwachsen mit ihr.“ Die Ursache für diese Extraxillation liegt darin, dass alle diese Blütenstände der ersten Anlage nach nicht genau in der Achsel sitzen, sondern einen erheblichen Teil der Hauptachse von der Achsel aus beanspruchen. Indem der freie Teil der Anlage zuweilen über der Insertionsstelle des folgenden, ja selbst des zweiten und dritten höheren Blattes hinweggreift, tritt dann nach der Dehnung der Hauptachse der Blütenstand, weit von seinem Deckblatte entfernt, aus der Tragachse hervor, er ist „derselben über 1—3 Internodien angewachsen“. — Die 5gliederigen Blüten haben die gewöhnliche Kelchstellung, derzufolge das unpaare Blatt bezüglich des Deckblattes nach hinten fällt. Die Mittelblüte in Doppelwickeln hat aber wenigstens häufig (*Anchusa, Myosotis*) inverse Stellung, d. h. das unpaare Kelchblatt fällt nach vorn. Das erste Kelchblatt tritt immer an der Stelle auf, wo das Blütenprimord sich zuerst über seine Nachbarschaft erhebt, d. i. schräg hinten, auf der Seite, die von dem fertilen Vorblatt oder dessen Stelle abgewendet ist; die übrigen folgen, den gegebenen Raumverhältnissen entsprechend, meist in quincuncialer Folge (*Symphytum* u. a. zeigen wie *Nicotiana* häufige Ausnahmen). Da die Anlagebedingungen zur Achse der Wickel symmetrisch liegen, so müssen die aufeinander folgenden Blüten gegenläufig sein.

In zygomorphen Blüten geht die Symmetrale durch das nach dem Quincunx vierte Kelchblatt; dieses wird zum Mittelzipfel der Oberlippe, und die Blüten sind dann alle parallel gestellt, derart, dass die Mündung nach der Wickelspitze blickt. Die beiden Karpiden stehen in der Mediane des Tragblattes; durch das Auftreten je einer falschen medianen Scheidewand wird der 4fächrige Fruchtknoten gebildet; die 4 Fächer bilden ein diagonales Kreuz.

Die Uebertragung des Blütenstaubes wird normal durch Insekten übernommen; die Schlundschuppen sind Organe zum Schutze des Honigs; bei ausbleibender Fremdbestäubung erfolgt bei manchen Arten wirksame Befruchtung durch Autogamie.

227. Familie. Verbenaceae.

Die Blüten sind meist zygomorph, zwittrig und 4—5gliedrig. Die Blumenkrone ist häufig 2lippig. Das Androeceum ist oft um

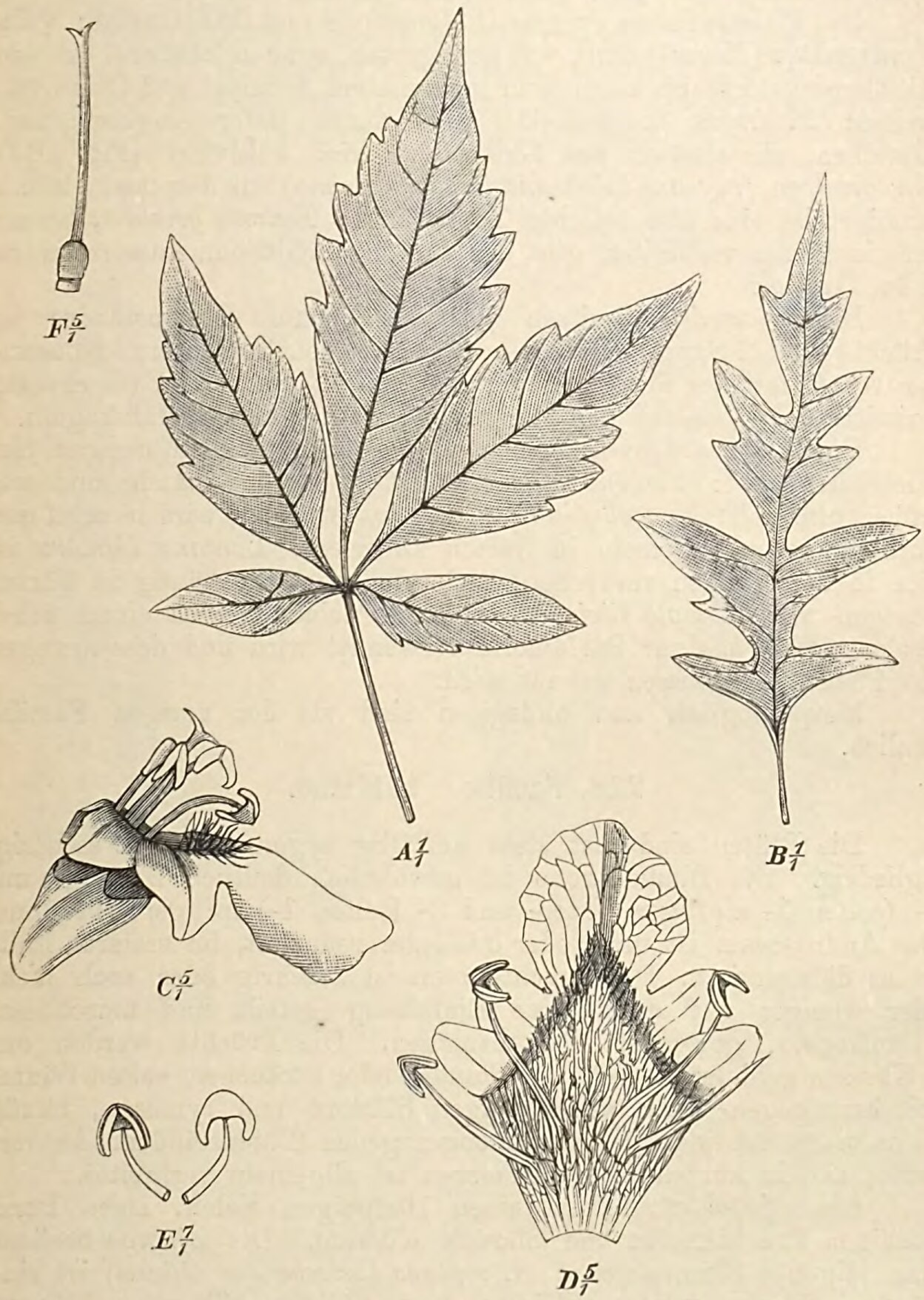


Fig. 183. *Vitex incisa.* *A* Blatt; *B* Abschnitt eines tiefer geteilten Blattes; *C* Blüte; *D* dieselbe, aufgeschnitten und ausgebreitet; *E* Staubblatt; *F* Fruchtknoten (nach Koehne).

1, zuweilen um 2—3 Glieder gemindert. Der Fruchtknoten ist 2fächrig, in jedem Fache sind gewöhnlich 2 halbgewendete Samen-

anlagen, deren Mikropyle nach unten gekehrt ist; später wird er durch falsche Scheidewände häufig 4fächrig. Die Steinfrüchte sind 2—4fächrig, zuweilen zerfallen sie in Teilfrüchte. Der Keimling ist gerade. — Kräuter oder Holzgewächse mit meist kreuzgegenständigen, zuweilen quirligen, ganzen oder geteilten Blättern.

Die *Viticeae* haben cymöse Blütenstände und Steinfrüchte: *Vitex Agnus castus* (*Keuschbaum*), mit gefingerten, grauen Blättern, ist vom Mittelmeergebiete bis nach dem malayischen Archipel und China verbreitet; *V. incisa* unterscheidet sich durch tiefer eingeschnittene Blättchen, sie stammt aus China und wird kultiviert (Fig. 183); *Clerodendron fragrans* (*Volkameria odoratissima*) aus dem malayischen Archipel ist eine alte beliebte Topfpflanze; *Tectona grandis*, besonders in Birma verbreitet, gibt das für den Schiffsbau äusserst wertvolle *Teakholz*.

Die *Avicennieae* besitzen gleichfalls cymöse Blütenstände; die Früchte sind 2klappige Kapseln, welche einen Samen umschliessen, der vor Abfall der Frucht keimt; *Avicennia tomentosa* ist ein charakteristischer Bestandteil der Mangroveformation beider Halbkugeln.

Die *Verbeneae* haben einen ähren- oder traubenförmigen Gesamtblütenstand: *Verbena officinalis* ist in Europa häufig und war früher offizinell; *V. Aubletia* (*Verbene*) aus Amerika wird in zahllosen Farbennüancen allgemein in Gärten kultiviert; *Lantana Camara* ist eine in den Tropen verbreitete Ruderalpflanze, die häufig in Gärten gezogen wird; *Lippia citriodora* verdankt seinen Geruch einem ätherischen Oele, das zur Parfümerie verwendet wird und dessentwegen die Pflanze im grossen gebaut wird.

Morphologisch und biologisch sind sie der vorigen Familie ähnlich.

228. Familie. Labiatae.

Die Blüten sind fast stets auffällig zygomorph und zwittrig, 5gliedrig. Die Blumenkrone ist gewöhnlich deutlich 2lippig, mit 3- (selten 1-)zipfliger Unter- und 2- (selten 1-)zipfliger Oberlippe. Das Androeceum ist um 1 oder 3 Glieder reduziert, im ersteren Falle ist es didynamisch. Der Fruchtknoten ist 2fächrig oder auch mehr oder weniger tief durch eine Einfaltung geteilt und umschliesst 4 aufrechte, gewendete Samenanlagen. Die Früchte werden aus 4 Klausen gebildet. — Kräuter, Stauden oder Sträucher, selten Bäume mit kreuzgegen- oder quirlständigen Blättern und cymösen, häufig in halbierte Scheinquirle zusammengezogenen Blütenständen. Aetherisches Oel in kurzen Köpfchenhaaren ist allgemein verbreitet.

Die *Ajugoideae* haben einen 10rippigen Kelch, einen kurz-4teiligen Fruchtknoten und obovate Klausen. Die *Ajugeae* besitzen eine 1lippige Blumenkrone; *A. reptans* (*kriechender Günsel*) ist eine häufige Pflanze unserer Wiesen und Wälder; *Teucrium Marum* (*Katzengamander*) wird von den Katzen sehr geliebt und von ihnen in den Gärten häufig völlig zerstört; *T. Scorodonia* (Fig. 184 *A*) wächst in unseren Wäldern. — Die *Rosmarineae* haben eine 2lippige Blumenkrone und nur 2 Staubblätter: *Rosmarinus officinalis* (*Ros-*

marin) im Mittelmeergebiete heimisch, geht nördlich bis an den Genfersee; er gibt *Herba Rosmarini*.

Die *Scutellarioideae* sind besonders durch einen tief 4teiligen Fruchtknoten, kugelförmige Klausen und einen gekrümmten Keimling ausgezeichnet: *Scutellaria galericulata* mit schönblauen Blüten ist an Gewässern häufig.

Die *Stachydoideae* haben einen 4teiligen Fruchtknoten, niemals aber kugelige Klausen; ihr Keimling ist gerade. — Bei den *Stachydeae* sind 4 Staubblätter vorhanden, welche an der konkaven oder helmförmigen Oberlippe aufsteigen: *Brunella vulgaris* (*Braunelle*) ist über

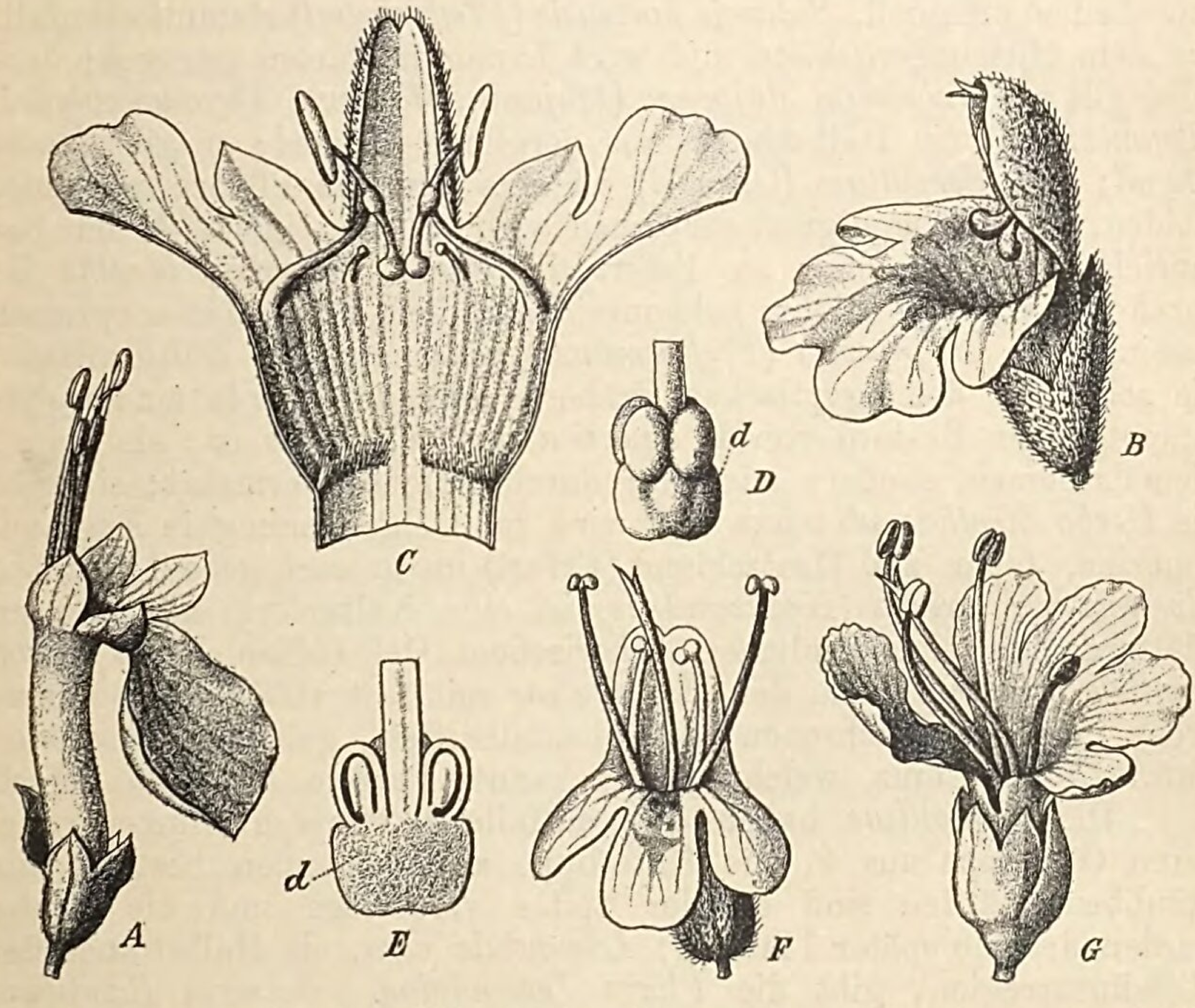


Fig. 184. *A Teucrium Scorodonia*, Blüte; *B Salvia officinalis*, Blüte; *C* Blumenkrone aufgeschnitten und ausgebreitet, um die langen Connective und die Staminodien zu zeigen; *D* Fruchtknoten und Discus (*d*); *E* derselbe im Längschnitte; *F Thymus Serpyllum*, Blüte; *G Ocimum Basilicum* Blüte.

die ganze Erde verbreitet; *Lamium purpureum* und *L. album* (*Bienensaug, Taubnessel*) sind häufige Unkräuter der nördlichen gemässigten Zone; *Galeopsis ochroleuca*, ausgezeichnet durch zwei kegelförmige Einstülpungen an der Unterlippe, gab die einst gegen die Schwindsucht sehr gerühmten *Lieberschen Kräuter; Stachys arvensis* ist ein wegen seiner knotig angeschwollenen Rhizome schwer zu vertilgendes Ackerunkraut; ähnliche Rhizome besitzt *Stachys affinis* aus Japan, die ihrerhalben (*Crossnells*) kultiviert wird. — Bei den *Marrubieae* sind die Staubblätter in der Blumenkronenröhre verborgen: *Marrubium vulgare* wächst bei uns auf Schuttplätzen. — Die *Salvieae* sind dadurch

kenntlich, dass nur die beiden vorderen Staubblätter entwickelt sind; von den beiden Theken der Antheren, die durch ein grosses, bogenförmiges Konnektiv getrennt werden, ist meist nur die eine pollenführend; die sterilen sind oft verkittet: *Salvia officinalis* (Fig. 184 *B—E*) (Salbei) aus dem Mittelmeergebiete gibt die *Folia Salviae.* — Die *Saturejeae* haben oft mehr oder weniger deutlich strahlige Blumenkronen; entweder sind 2 Staubblätter vorhanden oder von 4 sind die hinteren länger: *Melissa officinalis* (*Citronenmelisse*), vom Mittelmeergebiete bis zur Donau wild, liefert die *Herba Melissae,* deren ätherisches Oel zu Parfüms verwendet wird (*Karmelitergeist*); *Hyssopus officinalis* (*Ysop*), im Mittelmeergebiete und in Zentralasien heimisch, war ehedem offizinell. *Satureja hortensis* (*Pfefferkraut*) stammt ebenfalls aus dem Mittelmeergebiete und wird häufig in Gärten gezogen; dasselbe gilt von *Origanum Majorana* (*Majoran, Mairan*); *Thymus vulgaris* (*Thymian*) ist ein Halbstrauch aus derselben Gegend; er gibt *Herba Thymi*; *Th. Serpyllum* (*Quendel*) ist eine gemeine Pflanze trockener Heiden, deren mannigfache Formen vielfach als eigene Arten beschrieben worden sind; sie liefert die *Herba Serpylli*; *Mentha* ist durch fast strahlige Blüten gekennzeichnet, die 4 Staubblätter spreizen auseinander; *M. piperita* (*Pfeffermünze*) ist eine uralte Kulturpflanze, die schon in den ägyptischen Gräbern gefunden wurde und wahrscheinlich ein Bastard von *M. aquatica* und *M. viridis* ist; sie bringt niemals Samen, sondern wird nur durch Stolonen vermehrt; sie gibt die *Herba Menthae piperitae* und wird zur Oelgewinnung in England, Amerika, Japan und Deutschland (Erfurt) im grossen gebaut; *Mentha silvestris* var. *crispa* (*Krausemünze*) ist eine Kulturform mit krausen Blättern und eigentümlichem ätherischem Oel (offizinell ist *Herba Menthae crispae*). — Zu den *Elsholtzieae* mit fast strahliger Blumenkrone und verwachsenen Staubbeutelhälften gehört *Pogostemon Patchouli* aus China, welches das bekannte Parfüm *Patchouli* liefert.

Die *Ocimoideae* haben eine auffallend 2lippige Blumenkrone, deren Oberlippe aus 4, die Unterlippe aus 1 Lappen besteht; die Staubbeutelhälften sind an der Spitze verbunden und die Beutel werden deshalb später 1fächrig: *Lavandula vera,* ein Halbstrauch der Mittelmeerregion, gibt die *Flores Lavendulae.* *Ocimum Basilicum* (Fig. 184 *G*) mit sehr starkem Geruche wird in Gärten seit alten Zeiten als aromatisches Küchengewächs, *Coleus Blumei* wegen seiner vielfachen Farbenvarietäten der Blätter häufig kultiviert.

Die *Prasioideae* besitzen saftige Früchte; *Prasium majus* findet sich in den Mittelmeerländern, viele der anderen Arten auf den Sandwichinseln.

Morphologie. Die Blütenstände sind häufig noch in ihrer cymösen Anordnung zu erkennen, auch wenn sie zu 2 Halbquirlen in den Achseln der Blätter zusammengezogen sind. Zuweilen treten alle Blüten voreinander aus der Achsel eines Blattes, so dass sie ursprünglich eine einzige Reihe bilden (*Teucrium Chamaedrys*); später, wenn sich die Stiele strecken, krümmen sie sich zugleich derart, dass alle Blüten nebeneinander mit der Oeffnung nach vorn gekehrt sind. Eine Verschiebung der Blüten, die man früher zu sehen glaubte,

tritt nicht ein; die Insertionen bleiben so wie sie zuerst waren. Die Kelchstellung betreffend, befindet sich der unpaare Zipfel stets nach der Achse zu gelagert, bei der späteren Aufhängung liegt er oben und bildet gewöhnlich mit den beiden benachbarten die Oberlippe, die beiden anderen die Unterlippe; die Zipfel der Blumenkrone stehen mit jenen alternierend, daher ist deren Oberlippe aus 2, die Unterlippe aus 3 Zipfeln aufgebaut. Gipfelblüten mit mehr oder weniger deutlich strahliger Ausbildung (Pelorien) sind von *Mentha* und *Teucrium* bekannt. Die Kelchstellung wird von der An- und Abwesenheit der Vorblätter nicht beeinflusst, weil der Kelch an einem Primordium, das die Vorblätter überragt, in absteigender Folge angelegt wird; eine quincunciale Deckung und Stellung ist also nicht typisch. Von dem Androeceum ist das dorsale Staubblatt fast niemals entwickelt, nur *Bystropogon* hat dasselbe; die 4 anderen sind gewöhnlich didynamisch und zwar sind die vorderen die längeren, nur bei den *Nepeteae* überwiegen die hinteren an Grösse. Bei *Salvia* und *Rosmarinus* verkümmern die hinteren mehr oder weniger. Was die Geschlechtsverteilung anbetrifft, so scheinen die Labiaten zwar allgemein zwittrig zu sein, sehr verbreitet aber sind zweierlei Blütenformen, kleinere, in denen das weibliche — grössere, in denen das männliche Geschlecht vorwiegt oder nur entwickelt ist (*Thymus, Salvia* u. s. w.); Kleistogamie kommt in mehreren Gattungen vor (*Salvia, Lamium amplexicaule*). Interessant ist der Schaukelapparat von *Salvia,* durch welchen die Pollenbelegung von Insekten bewirkt wird. Wie oben erwähnt, sind die beiden Vorderhälften der durch lange Konnektive getrennten Beutel steril und oft verklebt. Steckt ein Insekt den Kopf in die Blüte, um den Honig zu holen, so drückt es die sterilen Theken nach rückwärts. Durch diese Bewegung werden die fertilen Theken aus der Oberlippe hervorbewegt und berühren schliesslich den Rücken des Besuchers, auf dem sie den Blütenstaub abstreichen. Beim nächsten Besuch einer Blüte wird dann der Pollen an der Narbe abgerieben.

229. Familie. Nolanaceae.

Sie stehen besonders den Solanaceae nahe, unterscheiden sich aber durch die in einfachen oder zwei superponierten Reihen stehenden Klausenfrüchte. — Kräuter oder kleine Sträucher mit spiralig gestellten oder rechtwinklig gepaarten Blättern und einzeln achselständigen oder traubig verbundenen Blüten.

Nolana prostrata aus Chile wird häufig kultiviert.

230. Familie. Solanaceae.

Die Blüten sind strahlig oder schräg zygomorph, 5gliedrig und zwittrig. Der Kelch ist bleibend, die Blumenkrone gefaltet und hat gedrehte oder klappige Knospenlage. Die Staubblätter springen in

Spalten oder endständigen Poren auf. Der Fruchtknoten sitzt meist auf einem Polster, er ist gewöhnlich 2fächrig und häufig gegen das Deckblatt schief gestellt; Samenanlagen finden sich meist viele an scheidewandständigen Samenleisten. Die Frucht ist kapsel- oder beerenartig und der Keimling gerade oder häufiger spiral gekrümmt; er liegt in fleischigem Nährgewebe. — Kräuter, Stauden oder niedere Holzgewächse, zuweilen kletternd mit spiralig gestellten oder rechtwinklig gepaarten Blättern ohne Nebenblätter. Blüten einzeln oder in cymösen Verbänden, die durch Uebergipfelung häufig blattgegenständig sind.

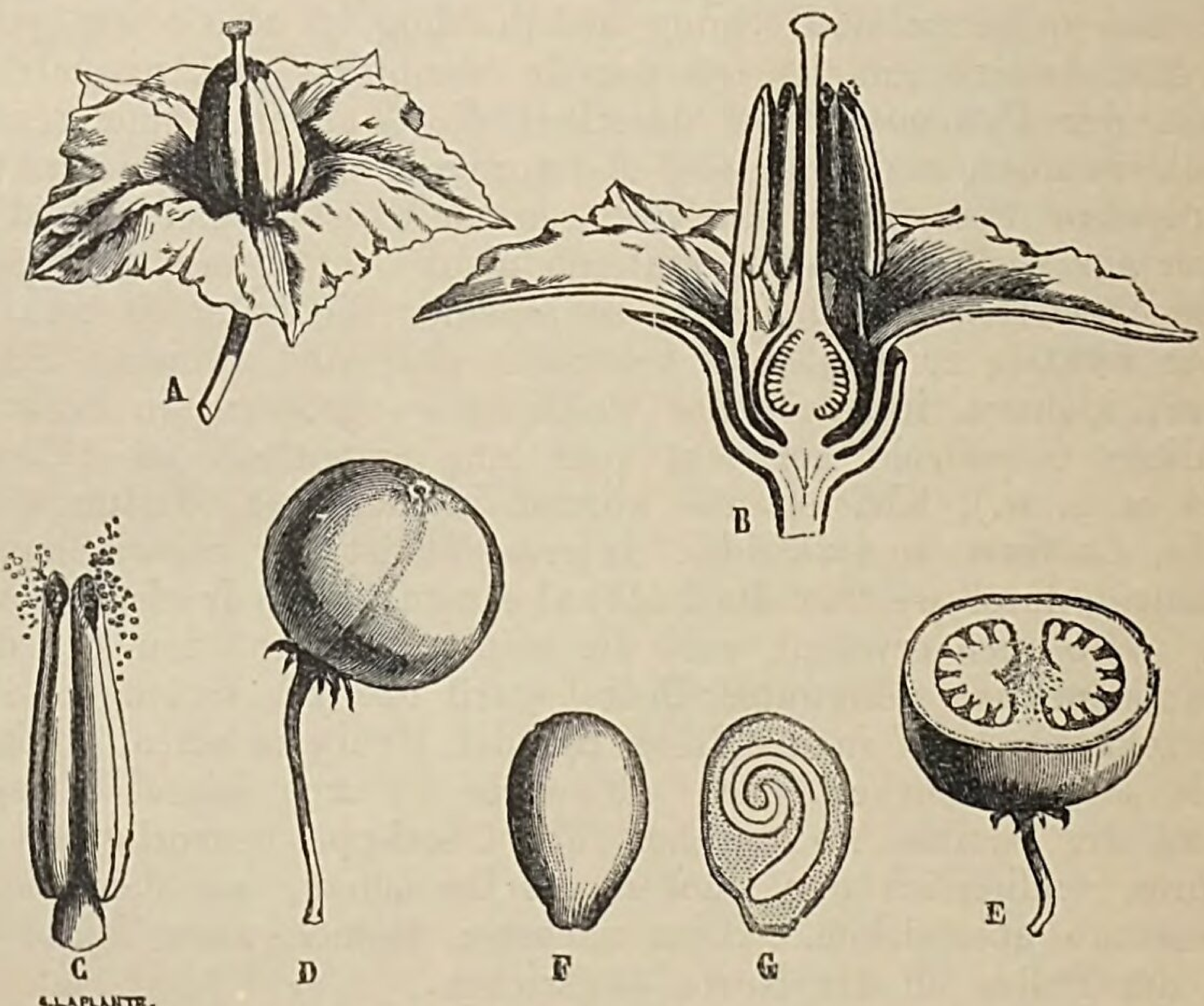


Fig. 185. *Solanum tuberosum.* *A* Blüte; *B* dieselbe im Längsschnitte; *C* Staubblatt; *D* Frucht; *E* dieselbe im Querschnitte; *F* Same; *G* derselbe im Längsschnitte (nach Baillon).

Die *Solaneae* haben einen gekrümmten Keimling und einen bis zum Grunde 2fächrigen Fruchtknoten. Die Untergruppe der *Lyciinae* ist durch röhrenförmige Blumenkronen und Beerenfrüchte gekennzeichnet: *L. vulgare* (*Teufelszwirn*) mit roten Beeren ist eine bei uns auf Sandfeldern häufige Pflanze, die wahrscheinlich aus Asien stammt und verwildert ist; *Atropa Belladonna* mit braunen Blüten und schwarzen Beeren (*Tollkirsche*) ist von Europa bis zum Himalaja verbreitet; es findet sich auch eine Abänderung mit gelben Blüten und Beeren; wegen des Atropingehaltes ist sie sehr giftig und offizinell (*Folia Belladonnae*). — Die *Solaninae* haben radförmige Blumenkrone und Beerenfrüchte: *Physalis Alkekengi* (*Judenkirsche*) mit sehr grossen, aufgeblasenen, mennigroten Fruchtkelchen; *Capsicum annuum* hat mannigfach gestaltete Beeren, deren Placenten ein äusserst scharfes

Alkaloid (*Capsicin*) enthalten; jene sind offizinell (*Fructus Capsici*) und werden besonders in wärmeren Gegenden, aber auch bei uns als Gewürz gebraucht (*Paprika, Cayenne-* oder *roter Pfeffer*); *Solanum*, durch Staubbeutel ausgezeichnet, die mit endständigen Poren aufspringen, ist eine der grössten Pflanzengattungen mit fast 1000 Arten: Die Kartoffel, *S. tuberosum* (Fig. 185), mit unterbrochen gefiederten Blättern, weissen oder violetten Blüten und unterirdischen, an der Spitze zu Knollen anschwellenden Ausläufern, ist eine der wichtigsten Kulturpflanzen der gemässigten Zonen; sie ist sehr formenreich und es ist wahrscheinlich, dass sie nicht von einer, sondern von mehreren Arten oder Varietäten der im gebirgigen Westen Amerikas entwickelten Sektion *Tuberarium* herstammt. Sie wurde zwischen 1560 und 1570 zuerst von den Spaniern nach Europa gebracht. In Deutschland wurde sie durch Clusius um 1588 bekannt; der allgemeine Anbau in Preussen ist der Einwirkung Friedrichs des Grossen zu danken. Der gebräuchliche Name *Kartoffel* ist aus dem italienischen *tartufoli* (*Trüffeln*) abgeleitet; *S. Melongena*, die *Eierpflanze*, liefert essbare Früchte; *S. Lycopersicum* (*Tomate*) hat vielgestaltige, häufig vielfächrige, schön mennig- bis zinnoberrote oder gelbe Früchte. Die vielfächrigen sind aus überzähligen Blüten hervorgegangen, die durch primordiale Verschmelzung von benachbarten Blüten entstanden sind. Die *Tomate* wird in wärmeren Gegenden allgemein, jetzt auch häufiger bei uns zu Salat und Saucen verwendet. Einige unserer gemeinsten Unkräuter gehören hieher, z. B. *S. nigrum*, das in Java als Gemüse gegessen wird und *S. villosum*, jenes mit schwarzen, dieses mit gelben giftigen Beeren; *S. Dulcamara* mit spiessförmigen Blättern, violetten Blüten und roten Beeren, steigt im Gesträuch in die Höhe und verholzt; es ist durch ganz Europa verbreitet und geht bis Japan. — Die *Hyoscyaminae* haben Kapselfrüchte: *Hyoscyamus niger*, ein wahrscheinlich aus der Gegend des kaspischen Meeres stammendes, jetzt weitverbreitetes Unkraut, hat mit Deckeln aufspringende Kapseln; die in Wickeln gestellten Blüten sind reingelb, häufiger aber violett geadert, sie sind zygomorph; von dem Arzneibuche werden die *Folia Hyoscyami* gefordert. —

Die *Datureae* besitzen am Grunde 4fächrige Früchte: *Datura Stramonium* (*Stechapfel*) mit weissen, trichterförmigen Blüten und meist bestachelten, 4klappigen Kapseln stammt wahrscheinlich aus den Ländern um das kaspische Meer, ist aber gegenwärtig ebenfalls sehr weit auf Schuttplätzen verbreitet; die sehr giftigen *Folia* und *Semina Stramonii* sind offizinell.

Die *Cestreae* kennzeichnen sich durch einen geraden oder nur sehr wenig gekrümmten Keimling. *Nicotiana* mit Kapselfrüchten und mehr oder minder zygomorphen Blüten besitzt die meisten Arten in Amerika, doch sind einige Arten auch in Australien vorhanden: *N. Tabacum*, wahrscheinlich in Quito und Columbien, vielleicht auch auf den Antillen heimisch, hat rote, trichterförmige Blüten. Die *Tabakblätter* sind offizinell (*Folia Nicotianae*), haben aber eine viel höhere Bedeutung als Genussmittel (*Rauch-, Schnupf-* und *Kautabak*); sie werden gebündelt einer Gärung unter Selbsterwärmung unterworfen

und dann in gewürzte und parfümierte Brühen (Saucen) gebracht; gegenwärtig sind die Hauptproduktionsländer Cuba (wo der beste Havannatabak gedeiht), Brasilien, die Vereinigten Staaten, Sumatra (der Distrikt von Dehli gibt sehr dünne, aber zähe Blätter, die besten Deckblätter für Cigarren), Türkei, Ungarn; untergeordnete Sorten sind der holländische, Pfälzer, schlesische Tabak; von *N. rustica* (*Bauerntabak*) mit grüngelben, krugförmigen Blüten wird ausgezeichneter türkischer Tabak gewonnen, bei uns gibt er ein ganz schlechtes Produkt. Die Sitte des Tabakgenusses wurde in Amerika schon von Columbus vorgefunden, in Europa bürgerte sie sich im XVI. Jahrhundert, trotz anfänglich sehr empfindlicher Strafen, nach und nach allgemein ein. Dass der Tabak schon vor der Entdeckung Amerikas in der Alten Welt bekannt war, wird zwar behauptet, ist aber sehr zweifelhaft. Das in ihm enthaltene Alkaloid, *Nicotin,* ist sehr giftig; *Petunia violacea* (*Petunie*) ist eine der vielen Farbenvarietäten wegen auch in Bastarden mit verwandten Arten kultivierte Zierpflanze.

Die *Salpiglossideae* sind durch die Reduktion der Staubblätter auf 4 oder 2 und ihre auffallend zygomorphen Blüten von allen Solanaceae verschieden: *S. sinuata* aus Chile ist eine beliebte Sommerblume; *Brunfelsia eximia* aus Brasilien mit schönen blauen Blüten wird häufig in Warmhäusern gebaut.

Morphologie. Die Solanaceae erzeugen an der Hauptachse in den jüngeren Zuständen ganz allgemein spiralige Blattsysteme. Ihre Seitenachsen zeigen aber vielfache Besonderheiten. Nachdem nämlich jene in eine Blüte aufgegangen ist, brechen aus den oberen, zuweilen dichter zusammengestellten Blättern Seitenstrahlen hervor, die dadurch manchmal eine doldenartige Tracht des gesamten Stockes bewirken (*Atropa*). Die Neigung, wiederum die Seitenachsen ersten und folgenden Grades sogleich durch eine Blüte zu beschliessen, nachdem sie 2 Blätter hervorgebracht haben, ist gewöhnlich. Immer sind die Achselprodukte dieser beiden Blätter ungleich entwickelt, der Zweig aus dem oberen Blatte ist gefördert, der aus dem unteren gemindert: die Verzweigungssysteme zeigen, da der geförderte Spross abwechselnd rechts und links zum Tragblatte liegt, eine „Wickeltendenz“. Sind die beiden Lateralstrahlen wenig voneinander unterschieden, so entstehen wiederholte gabelspaltige Verzweigungen (*Datura*); werden die Unterschiede grösser, so tritt immer mehr die Wickel hervor, bis sie schliesslich bei völliger Unterdrückung des geminderten Zweiges klar zur Ausbildung gelangt (*Atropa* zur Blütezeit).

Durch interkalare Einschaltungen unterhalb der ursprünglichen Insertionsstelle der Organe werden dieselben oft von dem Entstehungsorte entfernt. Sehr auffallend ist z. B. die extraxilläre Stellung der Blütenstände von *Solanum*arten (*S. nigrum*), die sich aber leicht durch Verfolg einer vorspringenden Leiste in die Achsel des senkrecht darunter stehenden Blattes zurückführen lassen. Eine sehr weit verbreitete Regel ist, dass die Deckblätter ihren eigenen Achselprodukten, häufig bis zur Abgangsstelle von neuen Seitenstrahlen aus jenen, anwachsen. Dies kann natürlich nur geschehen, wenn sich die

Achselprodukte aus den Blättern entwickeln. Da nun bei der Ausbildung der wickeligen Sympodien immer der eine Seitenstrahl unterdrückt wird, so bleibt das eine der Vorblätter der Blüte bei dem Deckblatte derselben sitzen. Das Vorblatt divergiert nun zum letzteren um 90° und auf diese Weise erklärt sich die bei den Solanaceae so häufige Erscheinung der rechtwinklig gepaarten Blätter.

Bei *Atropa* ist die Wickel sehr stark auseinander gezogen, d. h. die Internodien haben sich bedeutend gedehnt. Bleiben die letzteren sehr kurz, wie z. B. bei *Hyoscyamus*, so entstehen jene einseitswendigen Blütenstände, bei denen die Blüten um 90° voneinander abstehend die Oberseite einer scheinbar einfachen Achse besetzen, während die Unterseite nackt ist. Auf diese Weise bildet sich jene Wickel aus, welche bei den Borraginaceen so weit verbreitet ist und die irrtümlicherweise als dorsiventrale Traube angesehen worden ist.

Die Achsen der Solanaceae sind allgemein mit intraxylärem Leptom versehen. Anatomische Besonderheiten sind zur Unterscheidung einzelner Gruppen verwendbar, so z. B. haben gewisse Zellen des Markes und der Rinde Krystallsand bei den *Solaneae* und *Datureae*, der bei den *Cestreae* und *Salpiglossideae* fehlt. Die diagrammatischen Verhältnisse der Blüten bieten bis auf den Fruchtknoten nichts Besonderes. Wenn der letztere 5gliedrig ist, so haben die Fächer die normale episepale Stellung; bei 2gliedrigen ist am häufigsten die Stellung in der Flucht des ersten Kelchblattes. Sind die Blüten, wie dies nicht selten vorkommt, etwas schief aufgehängt und damit zygomorph, so liegt ihre Mündung nach der Spitze der Infloreseenz zu, und das erste Kelchblatt ist der Mittelzipfel der Kelchunterlippe. Bei *Hyoscyamus* ist aber die Blüte umgekehrt gestellt, ihre Oeffnung blickt nach der Basis des Blütenstandes; hier bildet also das dritte Kelchblatt den Mittelzipfel der Unterlippe, unter diesen Umständen geht auch die Symmetrale der Blüte durch dieses und die Fruchtblätter stehen in der Mediane desselben. Tritt Reduktion des Androeceums ein, so schwindet zuerst das Staubblatt vor dem ersten Kelchblatte (*Salpiglossis*), verkleinert ist es schon in den Blüten von *Nicotiana;* sind nur 2 Staubblätter da, so schlagen auch die zur Symmetrale paarig nach rückwärts gelegenen fehl (*Schizanthus*).

Die Solanaceae sind insgesamt so ausgerüstet, dass die Uebertragung des Pollens durch Tiere vermittelt werden kann; bleibt diese Art der Belegung der Narbe aus, so kann durch verschiedene Verrichtungen auch Autogamie stattfinden. Bei einzelnen *Datura*arten erreichen die Blüten die grösste Länge, die man überhaupt kennt und erfordern zur Befruchtung langrüsselige Nachtschmetterlinge. *Schizanthus* besitzt einen elastischen Schnellapparat, an dem die unteren Blumenkronenabschnitte die Blumenblätter unter hochgradiger Spannung festhalten. Werden dieselben durch die Bewegungen der Insekten gelöst, so springen die Staubblätter nach oben und überschütten die Tiere mit Blütenstaub.

231. Familie. Scrophulariaceae.

Die Blüten sind zwittrig, zygomorph und typisch 5gliedrig. Der Kelch ist 5-, durch Verwachsung der vorderen Zipfel zuweilen 4spaltig mit sehr wechselnder Knospenlage. Die Blumenkrone ist 5zipflig, durch Verbindung der beiden hinteren Zipfel manchmal 4zipflig, häufig bilden die beiden dorsalen eine Ober-, die 3 ventralen eine Unterlippe mit auf- und absteigender Knospenlage. Staubblätter sind meist 4 vorhanden, von ungleicher Länge, selten 5 oder 2; 1 oder 2 sind zuweilen staminodial ausgebildet. Der Fruchtknoten ist 2fächrig mit scheidewandständigen Samenleisten, an denen meist viele gewendete Samenanlagen befestigt sind. Die Frucht ist meist kapselartig und springt auf. Der Keimling ist gerade oder schwach gekrümmt und liegt in reichlichem Nährgewebe. — Kräuter, Stauden oder Halbsträucher, seltener Sträucher oder Bäume mit spiralig gestellten oder kreuzgegenständigen, selten quirligen Blättern ohne Nebenblätter. Blüten einzeln achselständig oder zu botrytischen Aggregaten verbunden. Intraxyläres Leptom fehlt.

Die *Pseudosolaneae* sind dadurch ausgezeichnet, dass die Seitenlappen der Blumenkronen von den beiden oberen gedeckt werden und dass 5 Staubblätter vorhanden sind. *Verbascum* (*Königskerze*) mit fast regelmässiger Blumenkrone ist in Europa, Nordafrika und Asien verbreitet: *V. Thapsus* wird durch vordere Staubblätter gekennzeichnet, bei denen die Beutel herablaufend sind, die Blätter sind von einem dichten, weissgelben Filze überzogen; *V. thapsiforme* (Fig. 186 *A*) ist ihm ähnlich, aber die Blätter sind minder dicht graufilzig, die Blüten werden von dem Arzneibuche vorgeschrieben (*Flores Verbasci*); *V. Lychnitis* hat gleichgestaltete, weisswollige Staubblätter mit nierenförmigen Beuteln; *V. nigrum* besitzt violettwollige Staubblätter. Diese Arten sind durch zusammengesetzte Blütenstände gekennzeichnet, während die von *V. Blattaria* einfach traubig sind.

Die *Anthirrhinoideae* unterscheiden sich von der vorigen Tribus durch 4 oder 2 völlig ausgebildete Staubblätter. — *Calceolaria* mit vierlappigem Kelche und 2 Staubblättern ist eine grosse Gattung des andinen Gebietes; mehrere Arten werden in zahllosen Farbenvarietäten kultiviert, z. B. *C. plantaginea*. *Linaria*, durch gespornte Blumenkrone ausgezeichnet, ist hauptsächlich altweltlich: *L. vulgaris* (Fig. 186 *C*) war früher offizinell; wegen der mit Deckel aufspringenden Früchte hat man *Elatinoides* abgetrennt: *E. hastata* (*Linaria Elatine*) ist ein niederliegendes Ackerunkraut; *Antirrhinum* ist spornlos, die Unterseite der Blüte ist bauchig erweitert: *A. majus*, in Südeuropa heimisch, wird häufig in vielen Farbennüancen in Gärten kultiviert. Bei beiden Gattungen ist das fünfte Staubblatt als ganz winziges Höckerchen nachweisbar; gross und deutlich ist das Staminodium bei *Scrophularia*: *S. nodosa* (Fig. 186 *F*) ist auf der nördlichen Hemisphäre verbreitet; *Pawlownia tomentosa* mit grossen blauen, in Rispen gestellten Blüten, ist ein Zierbaum aus Japan, der aber in unserem Klima selten zur Blüte kommt; *Gratiola officinalis* (Fig. 186 *E*) hat nur die zwei mittleren

Staubblätter ausgebildet, die übrigen drei sind zu Staminodien verkümmert, sie ist in der östlichen gemässigten Zone verbreitet, ist giftig und war früher offizinell; *Lindernia pyxidaria* ist bei uns nur kleistogam; die chasmogame Form ist in Ostindien häufig und wurde früher für eine besondere Pflanze, *Vandellia erecta*, gehalten. — Die *Selagineae* haben eine steinfruchtartige Kapsel, die nicht aufspringt; sie wurden bisher fast allgemein als besondere Familie angesehen, die hauptsächlich in Südafrika entwickelt ist: *Hebenstreitia dentata* wird in Gärten kultiviert; sie geht nördlich bis Abyssinien. *Gymnandra* (mit *G. Stelleri*) ist arktisch.

Die *Rhinanthoideae* haben in der Knospenlage der Blumenkrone die beiden dorsalen Zipfel zu äusserst liegen. — Bei den *Digitaleae* sind die Zipfel der Oberlippe flach. *Veronica* ist eine der grössten

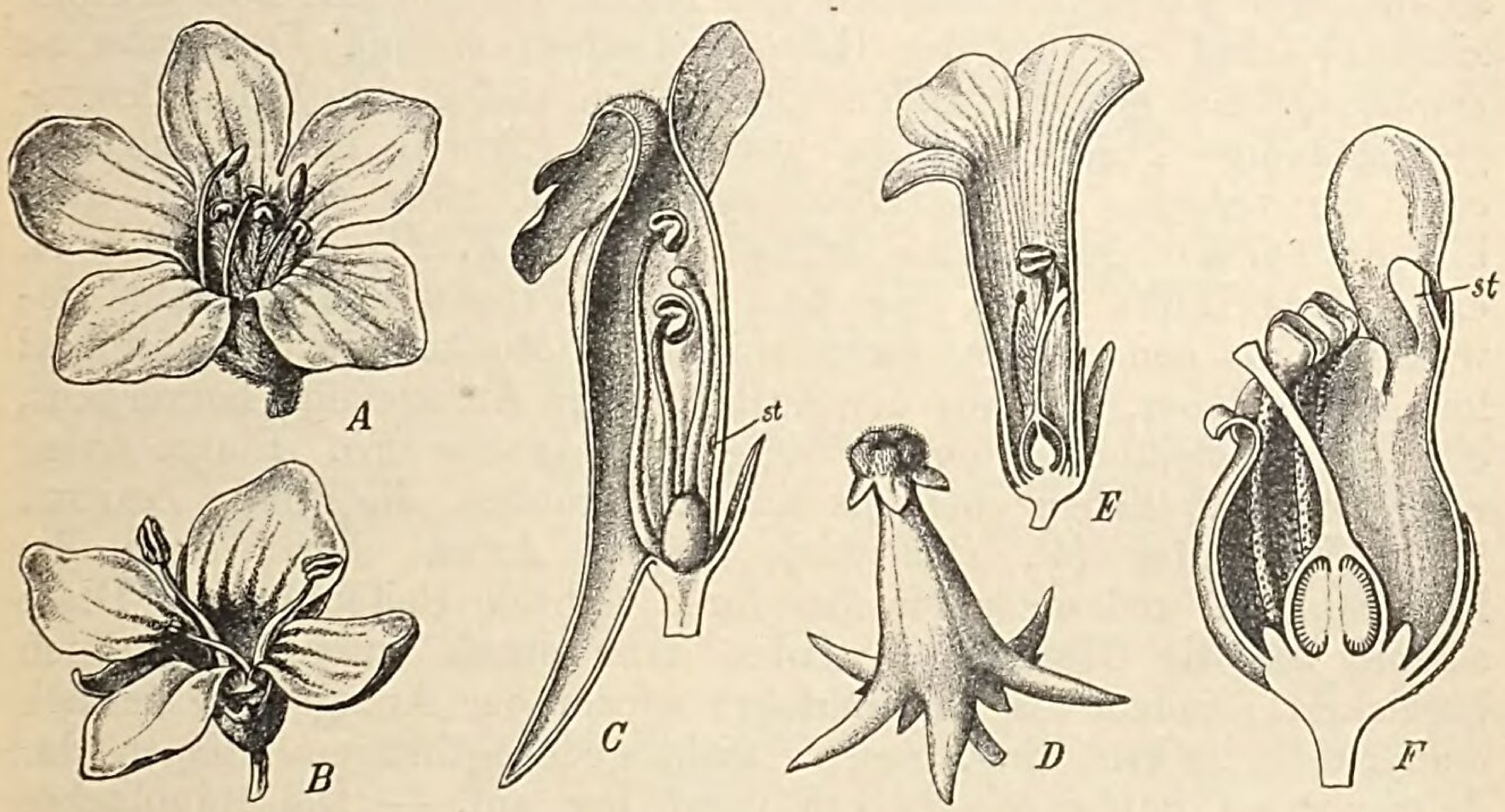


Fig. 186. Blüten der Scrophulariaceae. — *A* Von *Verbascum thapsiforme*; *B Veronica arvensis*; *C Linaria vulgaris*; *D* dieselbe, Pelorie; *E Gratiola officinalis*; *F Scrophularia nodosa*, *st* Staminodium (Original).

Gattungen, mit fast regelmässiger, 4gliedriger Blumenkrone und 2 Staubblättern; sie kommt hauptsächlich in den Gebirgen beider Erdhälften vor; ein besonderes Entwickelungsgebiet liegt in Neuseeland, wo unter den 60 endemischen Arten auch viele strauch- und baumartige Formen vorkommen mit immergrünen Blättern; von ihnen wird *V. speciosa* als Topfpflanze kultiviert; mit 4teiligem Kelche sind versehen *V. spicata* und die alpine *V. bellidioides*, beides ausdauernde Stauden, während *V. arvensis* (Fig. 186 *B*) und *V. hederifolia* gemeine, einjährige Kräuter sind; *V. scutellata*, eine gemeine Sumpfpflanze dagegen und *V. montana* besitzen einen 5teiligen Kelch. *Digitalis* hat eine rachenförmige Corolle: *D. purpurea*, mit purpurroten Blüten, ist in Westeuropa bis zur Elbe verbreitet, sie gibt die *Folia Digitalis*; *D. ambigua* hat gelbe Blüten; beide sind wegen des Digitalingehaltes sehr giftig. — Die *Rhinantheae* be-

sitzen eine helmförmige Oberlippe; sie sind fast alle Parasiten, trotzdem sie Chlorophyll enthalten. Die grösste Gattung ist *Pedicularis*, die mit 250 Arten in der nördlichen Hemisphäre bis zum Himalaja, und in den Anden gedeiht; die meisten Arten sind Hochgebirgspflanzen; bei uns ist *P. palustris* am häufigsten; *Euphrasia officinalis* (*Augentrost*) ist eine kleine, zierliche, sehr formenreiche Pflanze unserer Wiesen.

Morphologie. Die Haustorien, mit welchen die *Rhinantheae* als Halbparasiten oder echte Parasiten (*Hyobanche*) den Wurzeln anderer Pflanzen angeheftet sind, stellen reduzierte Nebenwurzeln dar, welche einen Saugfortsatz bis zu dem Gefässbündel des Wirtes schicken. *Linaria* und *Veronica* bilden oft wurzelbürtige Sprosse; bei ersterer kommen auch adventive Knospen am Stengel vor. Die Bekleidung wird aus Glieder-, Wirtel- und Köpfchenhaaren gebildet. Die Blütenstände sind gewöhnlich einfach und leicht verständlich; von komplizierteren sind nur die der Gattung *Pentstemon* und *Verbascum* zu erwähnen. Bei ersterer finden sich in den einfachsten Fällen kreuzgegenständige Trauben; diese werden zu Rispen, indem sich alle oder die unteren Seitenstrahlen cymös und zwar dichasisch ausbilden; bei der gewöhnlich kultivierten Art *P. Digitalis* tritt noch eine vierte Blüte hinzu, die man nach Wydler und Eichler gewöhnlich als den Anfang eines spiralen Blütenkomplexes aufgefasst hat; sie ist aber, wie aus der Aufblüh- und Anlagefolge hervorgeht, eine untere Beiknospe der Endblüte jedes Dichasiums. Einige Arten von *Verbascum* haben ebenfalls einfache Trauben, die Blüten besitzen keine Vorblätter (*V. Blattaria*), unsere Arten aber weisen die letzteren auf und erzeugen aus ihren Achseln Seitenblüten. Diese sowohl wie die Gipfelblüte werden dann durch untere Beiknospen bereichert. Indem die Aufblühfolge wieder der Anlagefolge zeitlich entspricht, blühen die grossen, dicht gedrängtblütigen Rispen der *Königskerzen* immer wieder von unten her auf. — Die Hauptachse endet gewöhnlich blind; wird sie durch eine Blüte abgeschlossen, so ist diese immer strahlig gebaut, nur die Zahl der Fruchtblätter ändert sich nicht; solche Blüten heissen Pelorien (Fig. 186 *D*), sie finden sich als Seltenheit bei *Linaria vulgaris, Digitalis purpurea* u. s. w. Die Deckblätter können, da sie bei der Kelchanlage den Blütenkörper nicht berühren, keinen Einfluss auf die Stellung der Kelchblätter ausüben und daher bleibt die Orientierung stets die nämliche, sie mögen vorhanden sein oder fehlen. Da die Blütenbildung von besonderer Wichtigkeit für die Gliederung der Familie ist, so wurde alles notwendige schon oben besprochen.

Die Pollenübertragung geschieht fast stets durch Insekten, bleibt sie aus, so tritt Autogamie ein; auch Kleistogamie fehlt nicht (s. o.) Als Honig absonderndes Organ funktioniert der Discus. Bastarde sind in den Gattungen *Verbascum* und *Digitalis* nicht selten. Extranuptiale Nektarien kommen unter anderen bei *Melampyrum* vor. Die Samen von *Melampyrum nemorosum*, welche Ameisenpuppen ähnlich sehen, sollen durch Ameisen verschleppt werden.

232. Familie. Lentibulariaceae.

Die Blüten sind zygomorph, zwittrig und 5gliedrig, die Blumenkrone ist 2lippig. Die 2 Staubgefässe sind nur am Grunde der Blumenkronenröhre angeheftet, die Beutel werden zuletzt 1fächrig. Der aus 2 Fruchtblättern bestehende Fruchtknoten ist 1fächrig; zahlreiche gewendete Samenanlagen sitzen an einer freien, mittelständigen Samenleiste. Die 2—4klappige Kapsel umschliesst viele Samen. — Kräuter, die im Wasser schwimmen oder auf feuchter Erde wachsen mit spärlich entwickeltem oder fehlendem Wurzelsystem.

Utricularia vulgaris, eine häufige, schwimmende Wasserpflanze, überwintert durch dicht beblätterte, kugelige Winterknospen, sie blüht gelb; andere Arten, besonders der Tropen, wachsen auf dem festen Lande, manche von ihnen ranken; *U. nymphaeifolia* mit schildförmigen, laubigen Blättern, bewohnt nur die mit Wasser gefüllten Blattscheiden gewisser Bromeliaceae Brasiliens; die ausgeschickten Stolonen suchen sich dann neue passende Standorte. *Pinguicula vulgaris*, nicht selten auf Torfwiesen, hat blaue Blumen, die Blätter sind fleischig und am Rande umgerollt. Bemerkenswert ist, dass die Vertreter der Familie, wie es scheint in Correlation mit dem geringen Wurzelvermögen, tierische Nahrung aufnehmen. Entweder sind zu diesem Zwecke an den Blättern kleine Schläuche ausgebildet mit einem Klappmechanismus, der wie eine Fallthüre wirkt; in den Schläuchen fangen sich Wassertiere; oder bei *Pinguicula* bilden die umgerollten Blattränder eine Höhlung, in der die gefangene Beute assimiliert wird.

233. Familie. Orobanchaceae.

Die Blüten sind zygomorph, zwittrig und 5gliedrig; die Blumenkrone ist 2lippig, die Staubgefässe sind didynamisch. Der aus 2 Fruchtblättern gebildete Fruchtknoten ist einfächrig; zahlreiche umgewendete Samenanlagen sitzen an den wandständigen Samenleisten, die sich zuweilen in der Mitte berühren. Die Kapsel springt fachteilig auf; der nur aus wenigen Zellen bestehende, ungegliederte Keimling liegt in einem ölhaltigen Nährgewebe. — Chlorophyllose, braune, rötliche, blasse oder bläuliche Kräuter oder Stauden mit schuppigen Blättern, die auf den Wurzeln anderer Pflanzen schmarotzen.

Lathraea squamaria (*Schuppenwurz*) in humösen Laubwäldern, hat Blätter, die von Spalten durchsetzt sind[1]); *Orobanche ramosa* mit rispigen Blütenständen, ist ein gefährlicher Feind der Tabak- und Hanffelder; nicht minder schädlich ist *O. minor* den Kleefeldern.

234. Familie. Gesneraceae.

Die Blüten sind zygomorph, zwittrig und 5gliedrig. Die Blumenkrone ist mehr oder minder deutlich 2lippig. Staubblätter

[1]) Nach den Untersuchungen des Grafen zu Solms-Laubach wird diese Pflanze von vielen zu den Scrophulariaceae gezählt.

sind 4 oder 2 vorhanden, die Beutel neigen paarweise zusammen. 1—3 Staminodien sind häufig erkennbar. Der zweiblättrige Fruchtknoten ist zuweilen unterständig, er ist stets 1fächrig mit wandständigen Samenleisten. Die Kapsel- oder Beerenfrüchte enthalten kleine, niemals geflügelte Samen; der stielrunde Keimling wird meist von Nährgewebe umgeben. — Kräuter- oder Holzgewächse mit kreuzgegenständigen, ganzen Blättern und ansehnlichen, einzelnen oder cymös verbundenen Blüten. Die *Cyrtandreae* haben einen oberständigen Fruchtknoten: *Streptocarpus Rex* ist sehr eigentümlich dadurch, dass die Pflanze nur ein grosses, nierenförmiges Blatt erzeugt, aus dessen Stiel scheinbar die Blütenstände in zickzackförmiger Anreihung hervortreten; die Kapsel ist spiralig gedreht; *Ramondia Myconi* mit schönen, violetten oder weissen Blüten, wächst in den Pyrenäen, 2 andere Arten in Serbien; nebst *Haberlea rhodopensis* vom Rhodopegebirge und *H. Heldreichii* vom Olymp sind sie die einzigen europäischen Formen der Familie.

Die *Gesnereae* besitzen einen unterständigen Fruchtknoten. Zahlreiche Arten und Varietäten der Gattungen *Achimenes, Gloxinia, Naegelia, Gesnera,* viele mit knolligen Rhizomen, aus Amerika, bilden reichblühende Zierden der wärmeren Gewächshäuser.

Morphologie. Die Blütenstände von *Streptocarpus Rex* lassen sich morphologisch auf dieselbe Weise erklären, wie die von *Limnanthemum.* Die Achse endet nämlich in einen Blütenstand, sie trägt nur ein einziges Blatt; die übrigen Blütenstände sind normale Achselsprosse aus diesem und darunter stehende Beisprosse. Bei den Gesneraceae sind pelorische Blüten sehr häufig, sie werden sogar vegetativ in Mengen vermehrt (*Gloxinien*) und bleiben dann konstant; sie besitzen stets 5 gleichlange, fruchtbare Staubblätter und zeigen nicht selten Neigung zur Vermehrung der Gliederzahl. Auch Doppelcorollen sind als Gartenformen bekannt.

235. Familie. Columelliaceae.

Die nur 2 Arten der Gattung *Columellia* umfassende Familie hat fast strahlige Blumenkronen mit 2 Staubblättern und unterständigen Fruchtknoten. — Sie sind Holzgewächse mit kleinen, kreuzgegenständigen Blättern und kleinen, weissen Blüten; in dem andinen Südamerika sind sie zu Hause.

236. Familie. Bignoniaceae.

Die Blüten sind zygomorph, zwittrig und 5gliedrig. Die Blumenkrone ist mehr oder minder deutlich 2lippig. Staubblätter sind 5, 4 oder 2 vorhanden; die übrigen, welche zur Fünfzahl fehlen, sind staminodial und noch kenntlich vorhanden; in den Beuteln sind sie nicht selten paarweise zusammengeneigt und verklebt. Der aus 2 Blättern zusammengesetzte Fruchtknoten ist fast stets 2fächrig mit scheidewandständigen Samenleisten, die mit zahlreichen Samenanlagen besetzt sind, seltener ist er 1fächrig und hat wandständige Samen-

leisten. Die Frucht ist fast immer kapselartig; die Samen sind zusammengedrückt und sehr oft geflügelt; ebenso ist der Keimling flach, das Nährgewebe fehlt. — Meist windende, hochsteigende Holzgewächse (Lianen), nur selten Kräuter mit meist kreuzgegenständigen, einfachen oder zusammengesetzten Blättern; die ansehnlichen Blüten bilden rispige oder cymöse Blütenstände.

Die *Bignonioideae* haben einen 2fächrigen Fruchtknoten und Kapselfrüchte; sie sind meistens kletternde Gewächse: *Catalpa syringifolia* (*Trompetenbaum*) aus Nordamerika, wird wegen der schönen Blütenstände häufig in Parkanlagen gezogen; *Tecoma radicans* von ebendaher mit prachtvollen, roten Blüten, ist ein kletternder Strauch, der auch kultiviert wird. *Jacaranda obtusifolia*, aus Südamerika, gibt eine Art Palisanderholz.

Die *Crescentioideae* sind durch einen 1fächrigen Fruchtknoten und Beerenfrüchte gekennzeichnet; sie klettern gewöhnlich nicht: *Crescentia Cujete*, aus Mittel- und Südamerika, hat kugelrunde Früchte (*Kanonenkugelbaum*), die zu Gefässen (ähnlich gewissen Cucurbitaceenfrüchten) dienen (*Kalebassen*); *Kigelia pinnata*, eine der wenigen afrikanischen Formen, hat grosse, gurkenartige Früchte.

Morphologie. In dem Diagramm schliessen sie sich den Scrophulariaceae an, doch sind alle 5 Staubblätter öfter als dort entwickelt (*Calosanthus*, *Rhigozum*), 4 sind das gewöhnliche Verhältnis, nur 2 fruchtbare hat *Catalpa*. Ein hypogyner Discus ist häufig. Der Kelch bleibt zuweilen an der Spitze geschlossen und reisst spathaartig, unregelmässig auf (*Macfadyena*). Sehr bemerkenswert ist die bei Lianen auch sonst nicht seltene abnormale Holzstruktur, welche sich durch Zerklüftung des Hadroms und Einschaltung sekundärer Holzmassen in die Rinde kennzeichnet. — Die grossblumigen Arten werden durch Insekten, nicht selten aber auch durch Kolibris befruchtet.

237. Familie. Pedaliaceae.

Sie schliessen sich in dem Aussehen der Blüten der vorigen Familie recht eng an, haben aber einen 1fächrigen, zuweilen 2- oder 4fächrigen Fruchtknoten. Die Samen sind nicht flach und haben keine Flügel. — Einjährige Kräuter oder ausdauernde Stauden mit kreuzgegenständigen, oben zuweilen spiralig gestellten Blättern.

Martynia proboscidea, eine sehr drüsenreiche Pflanze mit schönen Blüten und geschnäbelten Früchten, deren Endokarp holzig wird, stammt aus Amerika und findet sich nicht selten in Gärten kultiviert; *Sesamum indicum* mit schotenähnlichen Kapselfrüchten, stammt aus der Alten Welt und liefert aus den Samen ein sehr gutes Oel

238. Familie. Globulariaceae.

Eine kleine Familie, deren auffallend 2lippige Blüten 4 oder nur 2 Staubblätter enthalten. Der Fruchtknoten ist 1fächrig und enthält 2 oder nur einzelne hängende Samenanlagen. Ausdauernde

Stauden oder Halbsträucher mit spiralgestellten Blättern. Die Blüten stehen in kugeligen Köpfchen.

Globularia vulgaris ist in Mittel- und Süddeutschland nicht selten.

239. Familie. Acanthaceae.

Die Blüten sind zygomorph, gewöhnlich zwittrig und 5gliedrig. Die Blumenkrone ist 2lippig oder wird fast strahlig. Staubblätter sind 4 oder 2 vorhanden, die übrigen sind zuweilen deutlich staminodial entwickelt. Der Fruchtknoten ist 2fächrig und enthält entweder nur eine oder viele Samenanlagen, die gewendet oder halbgewendet sind. Die Kapsel springt fachteilig auf, nicht selten sind

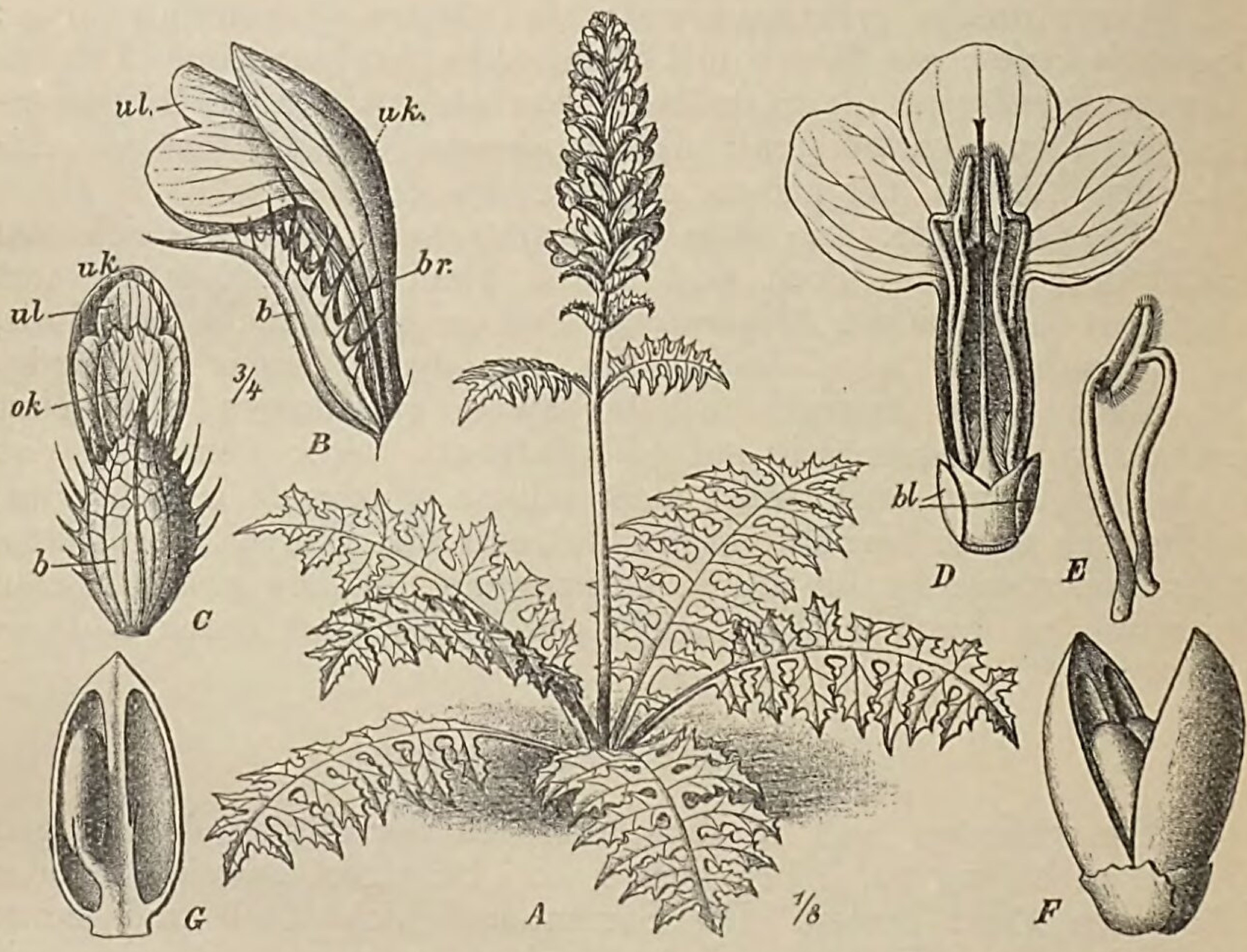


Fig. 187. *Acanthus mollis*. *A* Ganze Pflanze; *B* Blüte, *b* Deckblatt, *br* Vorblättchen, *uk* unteres Kelchblatt, *ul* Unterlippe; *C* dieselbe von oben gesehen, *b* Deckblatt, *ok* oberes Kelchblatt; *D bl* obere Blumenblätter; *E* Staubgefässe; *F* Frucht; *G* eine Klappe derselben mit einem Samen und rechts den verhärteten, stehenbleibenden Samenträger.

die Samen von dem verhärteten Samenträger (H a l t e r e n) teilweise umfasst, sie besitzen meist kein Nährgewebe. — Kräuter, Stauden oder kleinere, selten grössere Holzgewächse mit kreuzgegenständigen Blättern und einfachen oder zusammengesetzten, botrytischen Blütenständen, die meist cymös ausgehen. Inneres Leptom ist zuweilen vorhanden, Cystolithen sind sehr weit verbreitet.

Die Unterfamilie der *Thunbergioideae* ist kenntlich durch (zuweilen leicht übersehbare) Köpfchenhaare; die Kapseln sind kugelförmig und plötzlich in einen Schnabel zusammengezogen; Cystolithen

fehlen. *Thunbergia alata*, eine Schlingpflanze aus dem tropischen Asien, wird nicht selten bei uns kultiviert.

Die Unterfamilie der *Acanthoideae* hat häufig Cystolithen; Köpfchenhaare fehlen. Die Früchte sind niemals kugelförmig. — Zu den *Ruellieae* gehören viele buntblütige Zierpflanzen Amerikas: *Ruellia* hat fast strahlige Blumenkrone. — Die *Acantheae* sind durch 1lippige Blumenkrone ausgezeichnet. *Acanthus mollis* (Fig. 187), aus den Mittelmeerländern, ist eine der Pflanzen, welche als Grundlage für das antike *Acanthus*motiv an Säulenkapitälen dienten.

Morphologie. In den Blütenständen herrscht grosse Mannigfaltigkeit, auch echte Wickeln von dem Aussehen derer der Borraginaceae fehlen nicht (*Lepidagathis*). Das Diagramm wird auf das der Labiaten zurückgeführt, wobei die *Ruellieae* häufig das dorsale Staubblatt staminodial zeigen. Bei *Acanthus* sind die 2 vorderen Staubblätter die längeren, bei *Dipteracanthus* die hinteren. *Eranthemum* besitzt nur 2 fertile Staubblätter und zwar sind dies der Stellung nach die vorderen, während *Ebermeyera* nur die hinteren fertil ausgebildet hat. Die Cystolithen sind sehr mannigfach geformt; häufig sind sie spindelförmig und erscheinen auf der Fläche der getrockneten Blätter wie feine Strichelchen, die auch schon für Haare gehalten worden sind.

240. Familie. Myoporaceae.

Diese ausschliesslich auf Australien und Ostasien beschränkte Familie ist besonders durch Steinfrüchte mit oft gefächerten Steinen und durch sehr verbreitete Oelzellen charakterisiert. — Holzgewächse mit kreuzgegenständigen oder spiral gestellten Blättern und einzelnen oder gebüschelten, achselständigen Blüten.

Myoporum parviflorum, aus Australien, wird zuweilen als Zierpflanze gezogen.

6. Reihe. Plantaginales.

Blüten bis auf die Fruchtblätter 4gliedrig, strahlig, meist zwittrig; Blätter spiralig gestellt.

241. Familie. Plantaginaceae.

Die Blüten sind mit trockenhäutigen, radförmigen Blumenkronen versehen. Die Staubblätter sind dem unteren Teile der Blumenkronenröhre eingefügt. Der Fruchtknoten ist 2- oder durch falsche Scheidewände doppelt 2fächrig und umschliesst einzelne oder mehrere gewendete Samenanlagen in jedem Fache. Die Kapsel springt mit einem Deckel auf oder die Frucht ist nussartig. Der gerade Keimling wird von Nährgewebe umgeben. — Kräuter, Stauden oder Halbsträucher mit spiralig gestellten, gewöhnlich ganzen Blättern; die Blüten stehen fast allgemein in Aehren.

Plantago major ist, dem Vordringen der Europäer folgend, jetzt fast über die ganze Erde verbreitet; auch *Pl. lanceolata*, die früher offizinell war und noch jetzt zur Herstellung der Wegerichkaramellen benutzt wird, hat eine ähnliche Verbreitung; beide sind Kräuter mit Grundrosetten; *Pl. Cynops* dagegen ist ein Halbstrauch der Mittelmeerregion, sie gibt die in der Testa schleimreichen *Semina Psyllii. Littorella lacustris*, mit getrenntgeschlechtlich einhäusigen Blüten, wächst in Seeen und Teichen.

Morphologie. Man hat die Blüten von *Plantago* wegen der diagonalen Kreuzstellung der Kelchblätter auf den 5gliedrigen Typus zurückgeführt, indem man den Ausfall eines dorsalen fünften Kelchblattes festsetzte. Ausserdem fügte man dem Diagramm 2 seitliche Vorblätter hinzu. Für die erste Annahme liegt wegen der vollkommenen Gleichheit der Kelch- und Blumenblätter, von denen man das dorsale als aus zweien verwachsen betrachtet, kein Grund vor. Die getrenntgeschlechtlichen Blüten von *Littorella* sind sehr verschieden gebaut. Die männlichen, in der Luft blühenden, gleichen denen von *Plantago*, nur dass der Fruchtknoten fast ganz oder gänzlich fehlschlägt; die weiblichen entstehen neben dem Stiele der männlichen im Achselgrunde seines Tragblattes aus den Achseln von 2 Vorblättern sehr zarter Konsistenz; durch Beiknospen kann sich ihre Zahl sehr erheblich vermehren. Rechts und links zur Blütenmediane entstehen zuerst 2 äussere Blütenhüllblätter in der Form von Schuppen, ähnlich jenen Vorblättern; entweder bleiben diese allein oder es tritt noch eine vordere oder zuweilen ausserdem noch eine hintere Schuppe hinzu. Die Blumenkrone ist schlauchförmig, zarthäutig, ursprünglich gerade gestutzt, dann unregelmässig gespalten. Von den zwei median gestellten Karpiden ist in der Regel nur das vordere fruchtbar und umschliesst eine an der später aufgespaltenen, dünnen Scheidewand sitzende, aufrechte Samenanlage. Die männliche Blüte ist eine Gipfelblüte mit einem stützenden Blatte; das erste Kelchblatt liegt diesem gegenüber, das zweite liegt vor ihm, die beiden übrigen treten kreuzgegenständig zwischen das erste Paar; der Griffel ragt hoch über das Wasser hervor und ist mit langen Fanghaaren besetzt, der Fruchtknoten bleibt unter dem Wasser.

Die Plantaginaceae sind in der Regel windblütig.

7. Reihe. Rubiales.

Blüten 5- oder häufig 4gliedrig, meist zwittrig und mit doppelter, in Kelch und Krone gesonderter Hülle, von denen jener nicht selten sehr klein ist, strahlig oder zygomorph. Fruchtknoten meist gefächert, mit einzelnen oder vielen Samenanlagen in jedem Fache.

242. Familie. Rubiaceae.

Die Blüten sind meist strahlig, zwittrig und 4—5gliedrig. Der Kelch ist häufig offen, die Blumenkrone hat eine klappige, gedrehte

oder dachziegelige Knospenlage der Zipfel. Die Staubblätter sind in der Röhre angeheftet; ein Discus ist meist vorhanden, häufig ist er 2lappig. Der Fruchtknoten ist unterständig, sehr selten halb-oberständig, häufig 2fächrig mit 1 bis sehr vielen Samenanlagen an der häufig scheidewand- oder innenwinkelständigen Samenleiste; die Samenanlagen sind gewendet, aufrecht oder hängend. Die Frucht ist kapsel-, beeren- oder steinfruchtartig oder zerfällt in Kokken. Der Keimling ist meist gerade und liegt in reichlichem Nährgewebe. — Kräuter, Stauden, oder Holzgewächse mit kreuzgegenständigen Blättern und Nebenblättern. Blüten gewöhnlich in kreuzgegenständigen Rispen, seltener einzeln, achselständig. Rhaphidenbündel sind weit verbreitet.

Sie werden zweckmässig in 2 grosse Gruppen zerlegt: die *Cinchonoideae* mit vielen, die *Coffeoideae* mit einzelnen Samenanlagen in jedem Fache. Jene werden wieder in die *Cinchoninae* mit kapselartigen und die *Gardeniinae* mit saftigen Früchten geteilt.

Die *Oldenlandieae* haben meist borstig zerschlitzte Nebenblätter, kleine Blüten und gewöhnlich ungeflügelte, schildförmig angeheftete Samen. *Oldenlandia* ist in den wärmeren, besonders den tropischen Gegenden beider Hemisphären verbreitet und enthält mehrere ubiquitäre Unkräuter, z. B. *O. corymbosa*. — Die *Cinchoneae* sind durch ganze Nebenblätter, grössere Blüten und geflügelte Samen gekennzeichnet: *Cinchona succirubra* vom Chimborasso, mit roten Blüten und *C. Ledgeriana* aus Bolivia, mit grüngelben Blüten, sind die wichtigsten Arten; sie geben vorzügliche Chinarinde; die der letzteren enthält zuweilen bis 12,5 % Alkaloide, darunter 11,6 % Chinin. Die Gattung erhielt ihren Namen zu Ehren der Gräfin Chinchon, der Gemahlin eines Vizekönigs von Peru, welche durch das Pulver der Rinde vom Fieber geheilt wurde (*Polvo de la condesa*); 1639 wurde die Rinde schon in Spanien gebraucht und hauptsächlich von den Jesuiten dispensiert (*P. de los Jesuitos*). Das unrationelle Abschlagen der Bäume liess die Befürchtung wach werden, dass die Rinde nicht mehr in genügender Menge auf den Markt gelangen könnte. Auf Miquels Vorschlag wurden deshalb Chinaplantagen in Java angelegt; später pflanzten die Engländer in Ostindien (Oatacamund, Ceylon) umfangreiche Bestände an, die ausserordentlich grosse Mengen Rinde ergaben. Gegenwärtig betreibt man entweder Niederwaldwirtschaft, indem man die jüngeren Stämme abhaut und so einen Stockausschlag befördert, oder man zieht die Rinde in Streifen ab und belegt die verletzten Stellen mit Moos, unter dessen schützender Hülle eine noch alkaloidreichere Rinde sich bildet. Die Rinden anderer *Cinchoneae,* obschon sie kein Chinin enthalten, werden als Surrogate verwendet, z. B. von *Exostema caribaeum,* welches die *China caribaea* gibt. Die *China cuprea* von *Remijia Purdieana* aus Venezuela enthält aber Chinin. — Die *Naucleeae* sind durch dicht kopfigen Blütenstand vor den übrigen gekennzeichnet: *Uruparia Gambir* aus Malesien gibt ein ausgezeichnetes *Catechu; Cephalanthus occidentalis* (Fig. 188) aus Nordamerika wird bei uns kultiviert.

Zu den *Gardeniinae* zählen die *Gardenieae* mit der Gattung

Gardenia, von der *G. florida* wegen der ungemein wohlriechenden, weissen Blüten gegenwärtig häufig kultiviert wird; in China sammelt man die Früchte und bringt sie unter dem Namen *Gelbschoten* als schönen Farbstoff in den Handel. — Hieher gehören eine ganze Reihe von Geschlechtern mit 2häusigen Blüten, die in ihrem Aeussern und dem Blütenstande oft so voneinander abweichen, dass man die männliche und weibliche Pflanze in verschiedenen Geschlechtern beschrieben hat (*Melanopsidium nigrum* wurde 7mal neu benannt).

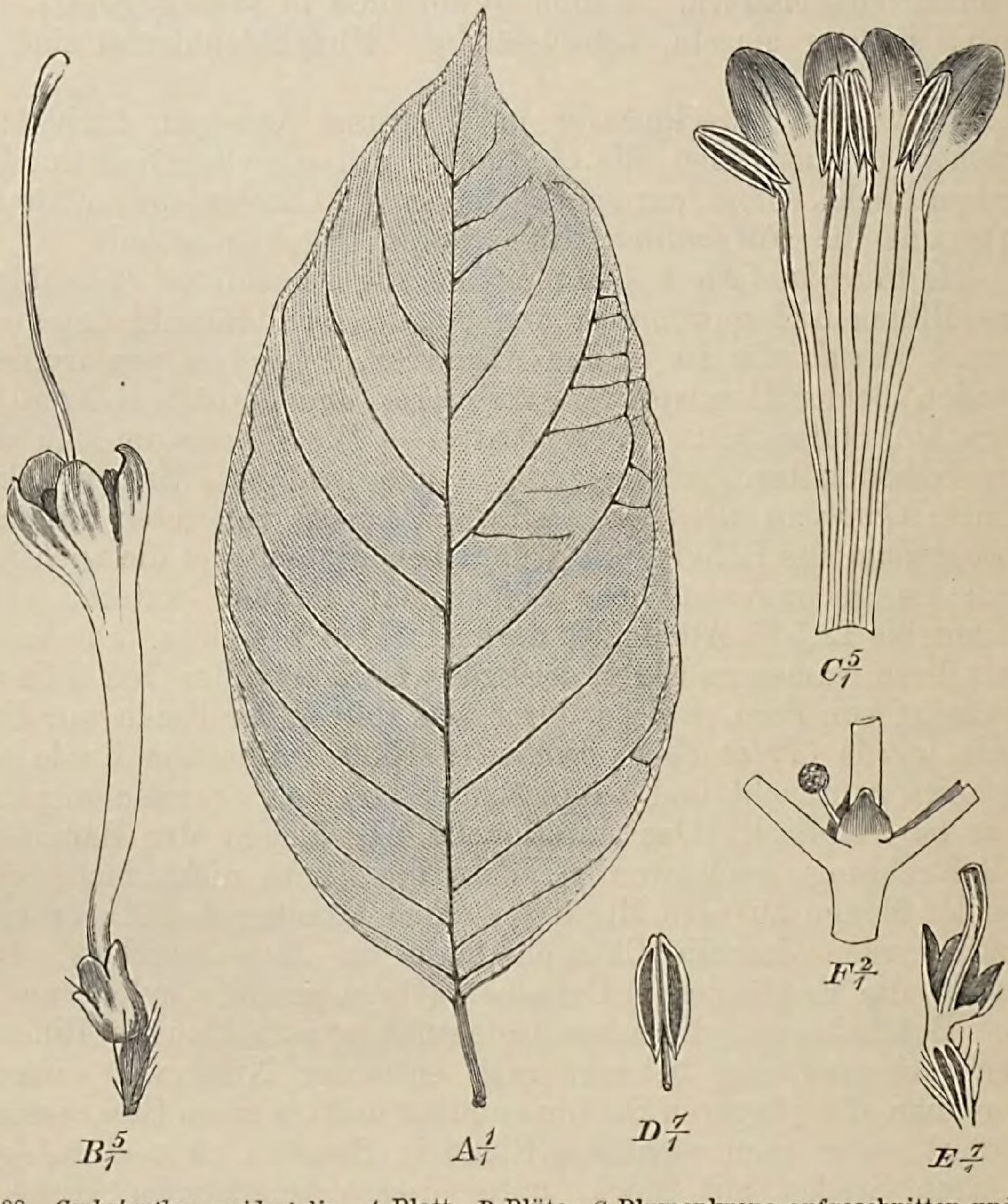


Fig. 188. *Cephalanthus occidentalis*. *A* Blatt; *B* Blüte; *C* Blumenkrone aufgeschnitten und ausgebreitet; *D* Staubblatt; *E* Kelch und Fruchtknoten im Längsschnitte; *F* Zweigstück mit Nebenblättern und einem Blütenköpfchen (nach Koehne).

Zu den *Coffeoideae* gehören 2 Gruppen: die *Guettardinae* mit hängender und die *Psychotriinae* mit aufrechter Samenanlage. *Guettarda speciosa* ist eine von Ostafrika bis nach den pacifischen Inseln weit verbreitete Strandpflanze, deren steinharte Früchte zum Transporte durch das Seewasser sehr geeignet sind; diesem Umstande ist das grosse Areal der Art zuzuschreiben; die sehr wohlriechenden

weissen Blüten dienen den Frauen als Haarschmuck. *Chiococca brachiata,* eine in dem wärmeren Südamerika weit verbreitete Pflanze, gab die einst offizinelle *Radix Caincae.*

Zu den *Ixoreae*, welche eine gedrehte Blumenkrone besitzen, gehört *Coffea arabica*, der *Kaffeebaum*, welcher durch das tropische Afrika, von Abyssinien bis Guinea, wild vorkommt; gegenwärtig wird

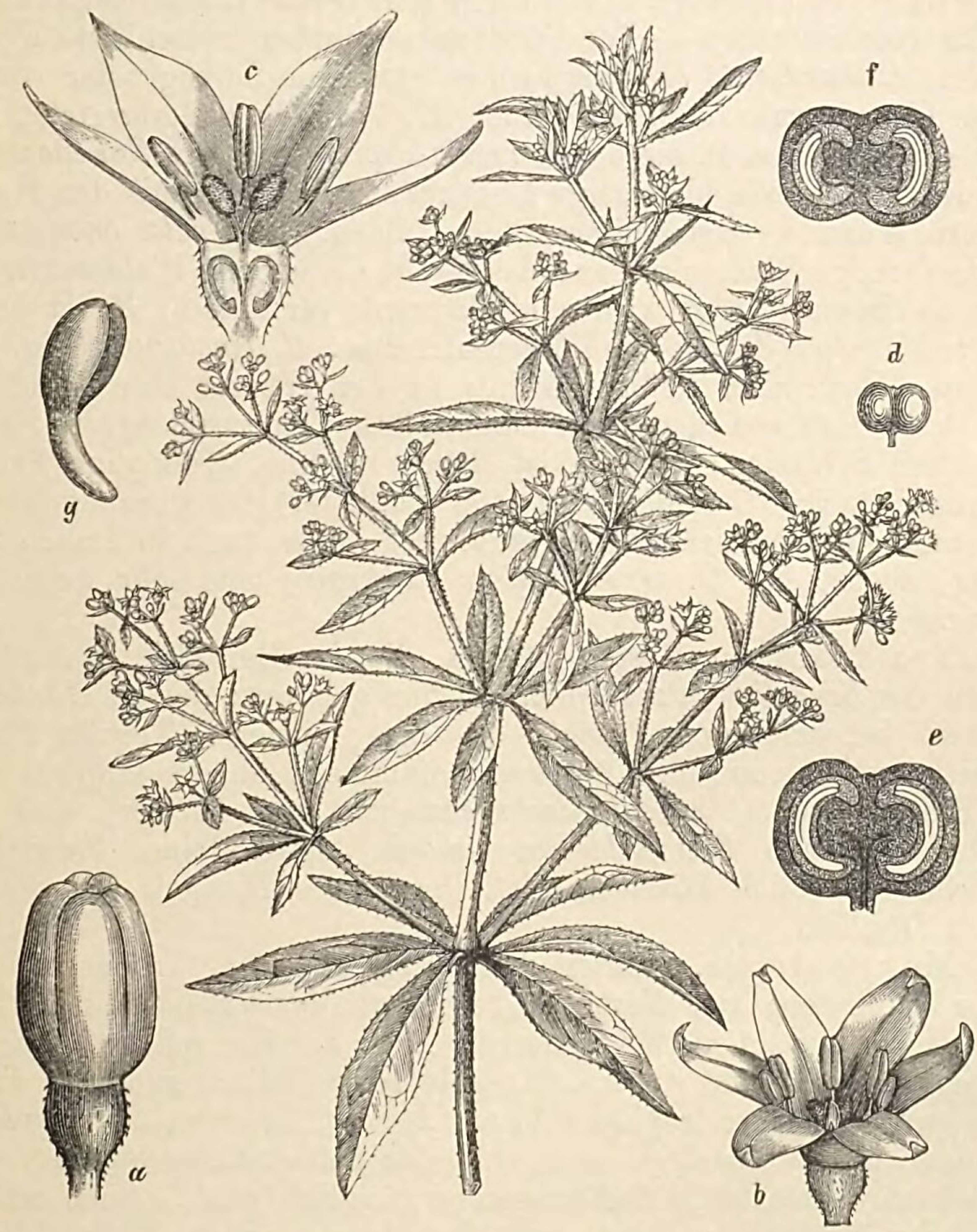


Fig. 189. *Rubia tinctorum.* Blütenzweig; *a* Blütenknospe; *b* abnorm 6zählige Blüte; *c* dieselbe im Längsschnitte; *d* Frucht; *e, f* dieselbe im Längs- und Querschnitte; *g* Keimling (nach LUERSSEN).

er besonders in Brasilien, das ²/₃ der Gesamtmenge der Waare erzeugt, in Ceylon, auf den Sundainseln und im südlichen Arabien (*Mokkakaffee*) kultiviert. Neuerdings leidet er viel unter dem Blattpilze *Hemileia vastatrix*; da sich die *Coffea liberica* als viel widerstandsfähiger erwiesen hat, so wird diese an einigen Orten angepflanzt. Die Frucht ist eine fleischige, rote, endlich schwarze Beere. Die

Fruchthaut wird entfernt, dann das Endokarp (die Pergamenthaut) zertrümmert und mit der Seidenhaut (die Testa) weggeblasen.

Von den *Psychotriinae* mit klappiger Knospenlage und kleinen Nebenblättern ist die grosse Gattung *Psychotria* zu erwähnen, die in den Tropen der ganzen Erde sehr verbreitet ist. Von ihr ist *Uragoga* (*Cephaëlis*) durch kopfige, von einer Hülle umgebene Blütenstände verschieden; *U. Ipecacuanha* hat auf der östlichen Seite Brasiliens eine grosse Verbreitung; die trocken geringelte Wurzel ist offizinell (*Radix Ipecacuanhae*). — Die *Spermacoceae* haben zerschlitzte Nebenblätter. *Richardsonia brasiliensis* gab früher ein Surrogat der vorigen Droge (*Ipecacuanha undulata*), auch die Wurzeln anderer Arten sind brechenerregend, z. B. die der *Borreria capitata*. — Die *Galieae* unterscheiden sich durch blattartige Nebenblätter, welche mit den Hauptblättern einen 4—8strahligen Stern bilden. *Asperula odorata* hat trichterförmige Blumenkronen; das Kraut derselben (*Waldmeister*) ist reich an Kumarin und wird zum Maitrank verwendet; *Rubia* besitzt eine radförmige Corolle und Beerenfrüchte: *R. tinctorum* (Fig. 189) (*Krapp, Färberröte*) lieferte früher in der Wurzel eine geschätzte rote Farbe und war deswegen eine wichtige Kulturpflanze in Frankreich und Schlesien; *Galium* ist durch trockne, 2knöpfige Früchte gekennzeichnet: *G. Mollugo* (*weisses Labkraut*) ist durch ganz Europa und das nördliche Asien verbreitet, aber auch in Indien noch häufig, ebenso hat *G. verum* (*gelbes Labkraut*) eine sehr weite Verbreitung.

Von fossilen Resten dürften die im Bernstein gefundenen Blüten der *Sendelia Ratzeburgiana* hieher gehören; die als *Gardenites Wetzleri* beschriebenen Früchte aus dem mittleren Tertiär können möglicherweise von einer *Gardenia* stammen; andere Objekte aber, wie Blütenstände (*Cinchonidium racemosum*) und Blätter, sind sehr zweifelhaft; auch *Enantioblastos viscoides*, ein kleines Zweigfragmentchen aus dem Bernstein, ist wegen des Mangels der Nebenblätter fraglich.

Morphologie. Unter den Rubiaceae der Tropen gibt es einige Epiphyten; von diesen ist besonders *Myrmecodia* mit den Verwandten zu erwähnen, bei denen die Basis der Keimpflanzen knollenförmig anschwillt und von spontan gebildeten Gallerieengängen durchzogen wird. Andere tropische Arten (*Duroia, Nauclea, Sarcocephalus*) erzeugen in den Zweigen unterhalb der Blütenstiele spindelförmige Hohlräume, die durch Oeffnungen zugänglich sind. Auch an der Basis der Blätter entstehen zuweilen taschenartige Säcke (*Duroia saccifera*). Die Nebenblätter sitzen entweder zwischen den Blättern, die Stiele oft am Grunde verbindend (stipulae interpetiolares) oder zwischen Blattstiel und Achse (stipulae intrapetiolares); die ersteren sind nicht selten zerschlitzt, und tragen am Ende secernierende Köpfchen, die später vertrocknen. Sehr eigentümlich sind die blattartigen Nebenblätter der *Galieae*. Als typische Entwicklung sieht man den Fall an, wenn an einem Knoten 6 Blätter sitzen: 2 sind dann die Haupt-, 4 die Nebenblätter, und zwar gehört jedem Hauptblatte 1 Paar jener an, die rechts und links stehen. Gewöhn-

lich erkennt man die Hauptblätter daran, dass nur sie Achselsprosse erzeugen, aber auch „Stipularsprosse“ kommen vor. Sind nur 4 blättrige Quirle vorhanden, so denkt man sich die beiden benachbarten Nebenblätter verwachsen; bei hochgliedrigen nimmt man eine Spaltung eines oder beider Nebenblätter an. Die kletternden Rubiaceae sind oft mit Klimmhaaren, d. h. Trichomen, versehen, die in scharfe, nach unten gekrümmte Spitzen ausgehen (*Galium Aparine*), bei *Didymaea mexicana* sind die schmalen Nebenblätter reizbar und wirken als Klimmhaken; die Arten von *Uruparia* (*Uncaria*) besitzen Kletterhaken, die als umgebildete Blütenstände zu betrachten sind; auch windende Pflanzen kommen vor (*Manettia*). Die Anatomie betreffend, so finden sich in den Rinden (besonders der *Cinchonen*) häufige, stark verdickte, reihenförmig geordnete Sklereiden; ausserdem treten nicht selten Saftschläuche und Zellen mit Krystallmehl auf; intraxyläres Leptom kommt nicht vor.

Die Blütenstände lassen sich in den letzten Auszweigungen, der Blattstellung entsprechend, häufig auf Cymen zurückführen; bei den Köpfchen sind Bereicherungen durch unterständige Beiknospen nicht selten. Die 5 gliedrigen Blüten weisen den gewöhnlichen Kelchanschluss mit dem unpaaren Blatte auf der Rückseite der Blüte auf; doch entstehen die kleineren Kelche häufig simultan (so auch bei *Sherardia*, wo die 6 Kelchzipfel erst nach der Anlage des Fruchtknotens entstehen). Manchmal fehlt der Kelch ganz (*Galium*); zuweilen sind einzelne Kelchblätter bedeutend vergrössert, bunt gefärbt und fungieren als sehr wirksamer Schauapparat (weiss bei *Mussaenda frondosa* aus Ostindien, rot bei *M. erythrophylla* aus dem tropischen Westafrika und *Warszewiczia coccinea* aus dem tropischen Amerika). Die Blüten sind gewöhnlich strahlig, unter den tropischen Gattungen gibt es aber auch zygomorphe (*Henriquezia*). Bei den diöcischen *Gardenieae* sind die Staubblätter stets vorhanden, die der weiblichen Blüten enthalten aber keinen Pollen; auch der Griffel ist immer da, die männlichen Blüten besitzen aber keinen Fruchtknoten; von den einheimischen Pflanzen zeigt *Galium Cruciata* ähnliche Verhältnisse. Neben den normalen Blüten finden sich namentlich bei den *Galieae* minder- (3-) und mehr- (bis 6-)zählige Blüten (s. Fig. 189).

In biologischer Beziehung ist das Vorkommen vieler Ameisenpflanzen erwähnenswert. Die oben besprochenen Hohlräume in den Achsen und an den Blättern sind durchgehends von Ameisenarten besiedelt, die zwar der Art nach verschieden, aber doch den Gattungen nach zu jenen Formen gehören, die auch anderwärts ausschliesslich Pflanzen bewohnen (*Azteka, Myrmelachista* in Südamerika). Sie sind entweder sehr bissig oder mit Giftstacheln versehen, so dass sie den Menschen und Tieren gegenüber für die Pflanzen eine gute Schutzwehr bilden.

Die Pollenübertragung wird allgemein durch Insekten ausgeführt. Heterostylie ist in mehreren Gruppen beobachtet worden (*Cinchona, Oldenlandia*). Bei *Posoqueria,* einer Gattung aus Südamerika halten die Antheren unter starker Spannung der gekrümmten Fäden zu einem Kegel zusammen. Wird eine ganz bestimmte Stelle an dem

einen Faden berührt, so schnellen die Staubblätter auseinander und bepudern die Insekten; dabei kann der Pollen auf Meterweite fortgeschleudert werden.

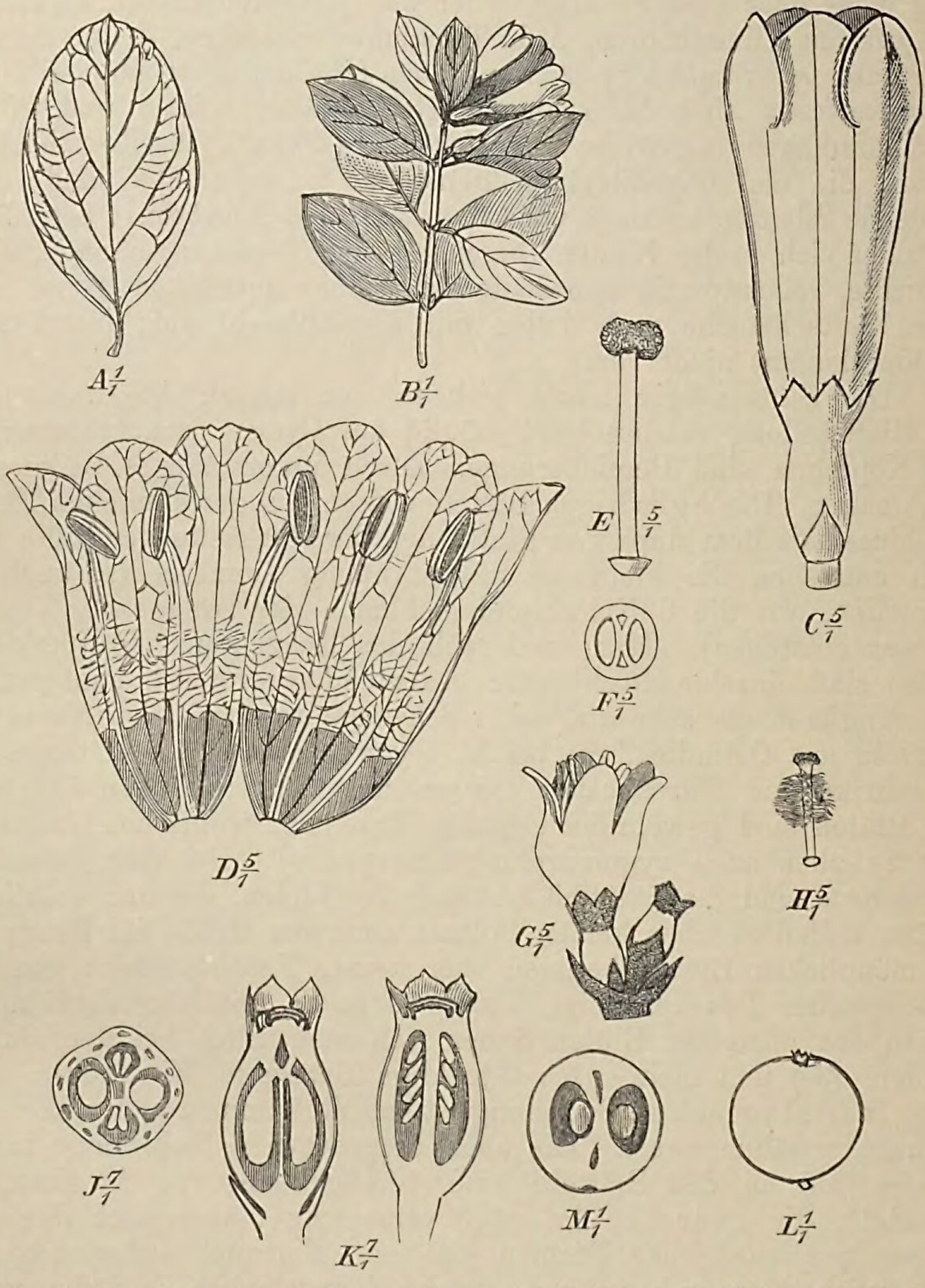


Fig. 190. *Symphoricarpus rotundifolius.* *A* Blatt; *B* Blütenzweig; *C* Blüte; *D* Blumenkrone, aufgeschnitten und ausgebreitet; *E* Griffel; *F* Fruchtknoten im Querschnitte. — *S. orbiculatus.* *G* Blüte; *H* Griffel. — *S. racemosus.* *J* Fruchtknoten im Querschnitte; *K* derselbe im Längsschnitte durch die fertilen und durch die später sterilen Fächer; *L* Frucht; *M* dieselbe im Querschnitte (nach KOEHNE).

243. Familie. Caprifoliaceae.

Sie stehen den Rubiaceae so nahe, dass ihre Trennung grosse Schwierigkeiten macht oder vielmehr unmöglich scheint; zygomorphe

Blüten sind häufiger; die Nebenblätter fehlen fast immer; ausserdem sind sie fast ausnahmslos Holzgewächse.

Die *Sambuceae* sind durch gefiederte Blätter gekennzeichnet: *Sambucus nigra*, mit schwarzen Steinfrüchten und doldenförmigem Gesamtblütenstand, ist in Europa und Nordasien verbreitet; die Steinfrüchte liefern Suppe und Mus, die weissen Blüten den Fliederthee (*Flores Sambuci*); *S. racemosa* mit eiförmigen Blütenständen, gelben Blüten und roten Beeren findet sich in der gesamten nördlichen gemässigten Zone.

Die *Viburneae* haben einfache Blätter und Fruchtknotenfächer mit je einer Samenanlage: *V. Opulus* (*Schneeball*) mit sterilen vergrösserten Randblüten; es gibt Gartenformen, bei denen sämtliche Blüten steril sind und eine kugelige Inflorescenz bilden.

Die *Linnaeeae* unterscheiden sich dadurch, dass 2 Fächer des Fruchtknotens mit mehreren Samenanlagen versehen sind, aber steril bleiben, während die übrigen nur einzelne enthalten, aber fertil sind: *Symphoricarpus racemosus* (*Schneebeere*) und *S. rotundifolius* (Fig. 190) mit weissen Beeren und regelmässigen Blüten, stammen aus Nordamerika und werden bei uns allgemein kultiviert; *Linnaea borealis* ist circumpolar, sie hat zygomorphe Blüten mit 4 zweimächtigen Staubblättern.

Die *Lonicereae* haben in allen Fruchtknotenfächern viele Samenanlagen: *Lonicera* mit sehr deutlich zygomorpher Corolle umfasst über 100 Arten, die der nördlichen Halbkugel angehörig sind: *L. Caprifolium* (*Geisblatt*) mit verwachsenen oberen Blattpaaren wird wie *L. Periclymenum (Jelängerjelieber)*, die keine verwachsenen Blätter besitzt, häufig als schlingende Laubenpflanze kultiviert; *L. Xylosteum (Heckenkirsche)* ist ein aufrechter Strauch mit sehr hartem Holze.

Fossile *Viburnum*arten sind nach Blattresten in grosser Zahl aufgestellt worden, der Verlauf der Nerven ist aber zu wenig charakteristisch, als dass die Bestimmung für alle Fälle sicher wäre; *V. Tinus* ist aber aus den quartären Tuffen von Toscana mit Sicherheit nachgewiesen. Von den Steinkernen ist der als *Viburnum tilioides* aus der Kreide von Laramie gut gekennzeichnet, wenn es auch zweifelhaft bleibt, ob die Blätter, welche man mit ihm verbunden hat, dazu gehören. Die Blüten aus dem Bernstein von *Sambucus multiloba* und *S. succinea* wurden neuerdings wieder als *Ilex*blüten gedeutet.

Morphologie. Kräuter gehören unter den *Caprifoliaceae* zu den Seltenheiten (*Sambucus Ebulum*). Nicht wenige besitzen Nebenblätter, die Fiedern der *Sambucus*arten besitzen sogar zuweilen Stipellen, die nicht selten zu extranuptialen Nektarien umgebildet sind. Steinzellen sind in der Rinde nicht entwickelt. Die regelmässigste Form der Blüten findet sich bei einigen *Sambucus*arten (*S. canadensis*); nach dem gewöhnlichen Einsatz des Kelches auf 2 Vorblätter alternieren die sämtlichen, gleichzähligen Wirtel. Bei Reduction des Androeceums schwindet zuerst das rückenständige Staubblatt, und das mittlere Paar wird verkleinert. Häufig ist eine Minderung des

Gynaeceums bemerkbar, die soweit gehen kann, dass bloss noch ein Fach Samenanlagen besitzt (*Viburnum Lantana*). Die Blütenpärchen der Gattung *Lonicera* sind in den Fruchtknoten mehr oder minder, zuweilen völlig verwachsen (*L. coerulea*, *L. alpina*); die Symmetrale der Blüten fällt dann in eine Ebene, so dass sich beide mit dem Rücken berühren.

Die Pollenübertragung geschieht durch die Mitwirkung von Insekten, wobei die *Sambucus*arten mit flachen Blumenkronen von kurzrüsseligen Insekten, die *Lonicera*arten mit längeren Röhren von Nachtschmetterlingen besucht werden. Die sterilen Blüten von *Viburnum* fungieren als lebhafter Schauapparat.

244. Familie. Adoxaceae.

Die Blüten sind zweigestaltig, die Gipfelblüte 4-, die Seitenblüten 5-gliedrig, vollständig. Die sitzenden Staubblätter sind mit bis zum Grunde gespaltenen Beuteln versehen. Der Fruchtknoten ist unterständig, 4- oder 5fächrig mit je einer hängenden, gewendeten Samenanlage. Die Frucht ist eine Steinfrucht. —

Eine monotypische Gruppe. *Adoxa Moschatellina* ist eine in der gesamten nördlich gemässigten Zone verbreitete Staude mit weithin kriechendem, schuppigem Rhizom, an dessen Ende meist 2 mehrfach fiederteilige Laubblätter und 1—2 Blütenstände sich befinden; Nebenblätter fehlen. Jene tragen 2 laubige, gegenständige Blätter und ein Inflorescenz, bestehend aus der 4gliedrigen Endblüte und 4 Seitenblüten, die zygomorph sind und einen 3teiligen Kelch und 5gliedrige Innencyklen besitzen. Varianten in den Blüten sind nicht selten, auch mehr als 5blütige Inflorescenzen kommen vor. Die Pflanze riecht nach Moschus.

Morphologie. Der als Kelch gedeutete 3gliedrige Kreis der Seitenblüten ist auch als ein Komplex von einem Deckblatt mit 2 nach hinten konvergierenden Vorblättern angesehen worden; gegen diese Meinung spricht schon die Stellung auf dem Fruchtknoten, ausserdem der Umstand, dass das gleiche 4gliedrige Organ an der Gipfelblüte als ein Hochblattpaar gedeutet werden muss.

Die flachen, honigreichen Blüten werden von kurzrüssligen Fliegen und Käfern besucht, welche die Pollenübertragung übernehmen.

245. Familie. Valerianaceae.

Die Blüten sind zygomorph, zwittrig und typisch 5zählig. Der Kelch ist zur Blütezeit meist unentwickelt, später wächst er oft zu einer vielstrahligen Haarkrone heran. Die Blumenkrone ist oft gespornt. Das Androeceum ist stets reduziert, 4—5gliedrig und der Krone eingefügt. Der Fruchtknoten ist unterständig, 3fächrig, aber stets ist nur ein Fach fertil mit einer hängenden, gewendeten Samenanlage. Die Frucht ist schliessfruchtartig, der Same ohne Nährgewebe. — Kräuter, Stauden, seltener Sträucher, die zuweilen klettern, mit kreuzgegen-

ständigen Blättern ohne Nebenblätter. Blüten in kreuzgegenständigen Rispen, die mehr oder minder schnell in Dichasien oder Wickeln ausgehen.

Valeriana hat 3 Staubblätter, die Früchte tragen eine Haarkrone: *V. officinalis (Baldrian)* (Fig. 191) hat fiederteilige Blätter; die Grundachse enthält Baldriansäure und ist offizinell *(Rhizoma Valerianae)*; die wohlriechende Grundachse von *V. Saliunca* wird in Krain als *Speik* gesammelt und in dem Orient als Parfüm geschätzt; auch in Amerika ist die Gattung reich entwickelt: *V. scandens*, eine kletternde Pflanze, ist in den tropischen Gegenden des Kontinentes weit verbreitet. *Valerianella* besitzt keine Haarkrone an den Früchten: *V. olitoria*, ein häufiges Ackerunkraut, wird als Salatpflanze kultiviert *(Rapunzel)*. *Centranthus ruber* hat gespornte Blüten und nur ein Staubblatt; er stammt aus Südeuropa und wird bei uns allgemein in Gärten gezogen.

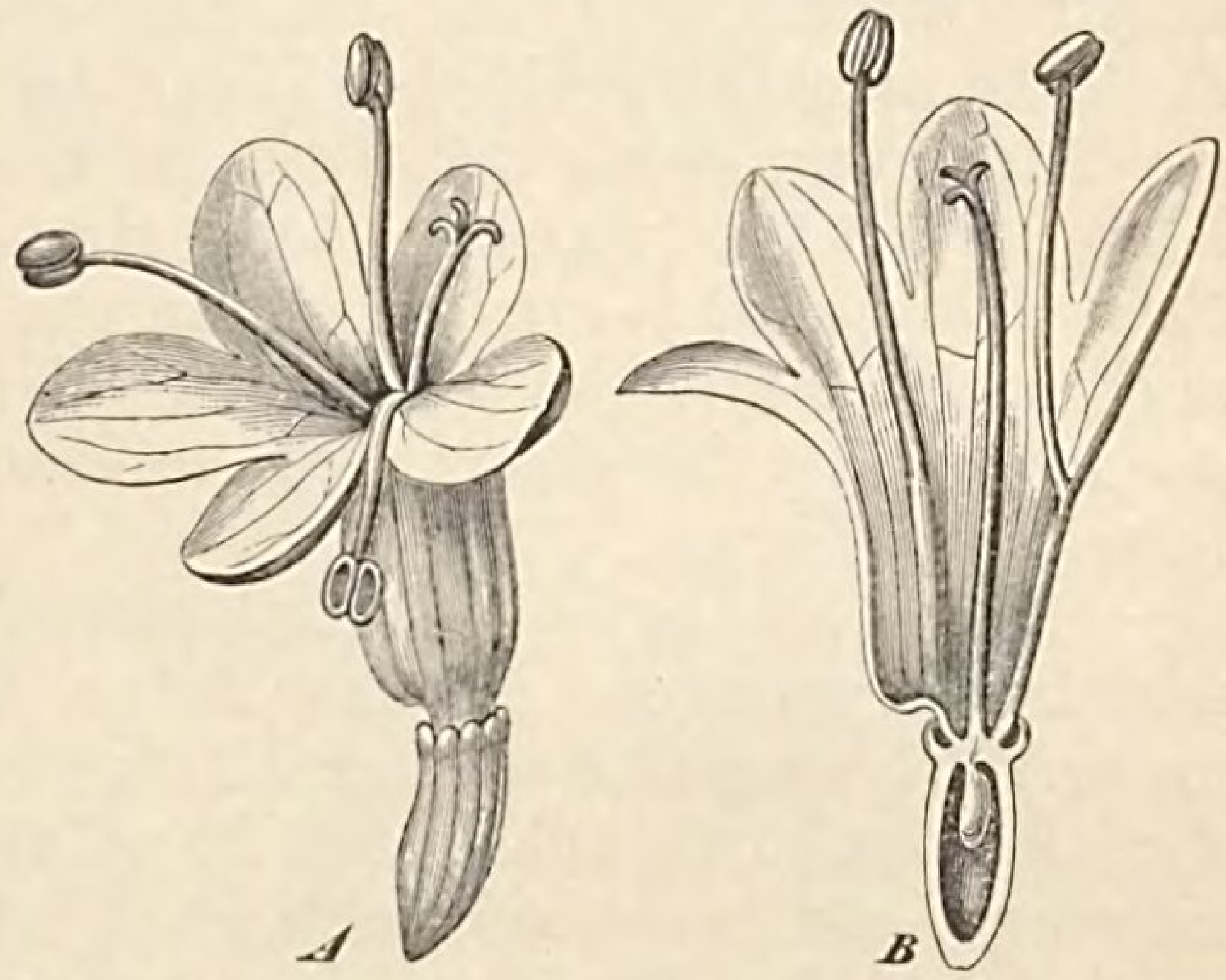


Fig. 191. *Valeriana officinalis. A* Blüte; *B* dieselbe im Längsschnitte.

Morphologie. Die Blätter sind bei einigen andinen Formen der Gattung *Valeriana* durch Stauchung der Achse dachziegelig in 4 Reihen zusammengedrängt; die kurzen Sträucher bilden dann die bekannten dichten Polster, die vielen alpinen Pflanzen eigentümlich sind. *V. tuberosa* besitzt Knollen, welche nach Art der *Orchis*-knollen fleischige Nebenwurzeln sind. Die cymösen Inflorescenzen nehmen durch Verkürzung der Tragachsen zuweilen ähren- oder köpfchenförmige Tracht an. Der Kelch ist zur Blütezeit selten ausgebildet; die an vielen Früchten sich entwickelnde Federkrone wird ihm aber homolog gesetzt. In der Blumenkrone ist eine Lippenbildung mit der horizontalen schrägen Aufhängung öfter bemerkbar, die Unterlippe besteht dann aus 3, die Oberlippe aus 2 Zipfeln; der Sporn liegt, wenn er vorhanden ist, unterhalb der ersteren. Das als typisch 5gliedrig angesehene Androeceum erfährt Reduktion dadurch, dass zunächst das unpaare rückenständige Staubblatt schwindet *(Patrinia)*, dann kommt ein an den successiven Blüten einer Wickel entweder rechts oder links vorn gelegenes in Wegfall *(Valeriana)*; im folgenden Zustande verschwindet sein entsprechender Genosse *(Fedia)*; endlich bleibt nur eins, und zwar wie oben das abwechselnd rechts oder links gelegene des Mittelpaares *(Centranthus)*. Die Ausrüstung für die Verbreitung der Früchte durch Federkronen, Klettapparate, Flügel u. s. w. ist sehr wechselreich.

Die Uebertragung des Pollens wird durch Insekten vermittelt, doch können die Narben auch mit den Antheren benachbarter Blüten in Berührung kommen und so mit Pollen belegt werden. Dimorphie

findet sich bei *Valeriana*; dieselbe Gattung umschliesst auch Arten mit vollkommener Trennung der Geschlechter *(V. dioica).*

246. Familie. Dipsacaceae.

Die Blüten sind strahlig oder meist zygomorph, zwittrig und 4- oder 5gliedrig, im Androeceum häufig reduziert. Der Fruchtknoten ist unterständig, 1fächrig mit einer hängenden Samenanlage. Der Same umschliesst ein Nährgewebe. — Kräuter oder Stauden mit kreuzgegenständigen, nebenblattlosen, ganzen oder geteilten Blättern und kopfigen, von einer Hochblatthülle umgebenen Blütenständen; Blüten mit Aussenkelch.

Dipsacus ist mit scharfen Blütendeckblättern versehen: *D. Fullonum (Weberkarde)* aus Südwesteuropa wird im grossen gebaut; die noch nicht aufgeblühten Köpfe derselben werden zum Aufkratzen der Tuche verwendet. *Scabiosa* hat krautige Deckblätter; die äusseren Blüten sind mit vergrösserten, strahligen Blumenkronen versehen: *S. columbaria* ist sowohl durch Europa und Nord- und Mittelasien als auch noch bis in die Gebirge des tropischen Afrika verbreitet; *S. atropurpurea* wird in einer Form mit ausschliesslich strahligen Blüten in Gärten gezogen.

Morphologie. Eigentümlich ist die Verbindung der Blätter mancher Dipsacaceae am Grunde, so dass Wasserreservoire entstehen, die gefüllt wahrscheinlich die Aufgabe haben, ungebetene Gäste von den Blütenständen abhalten. Wenn auch bei *Morina* die Zusammenziehung der Cymen zu dichteren Verbänden verfolgt werden kann, so sind doch die Köpfchen von *Dipsacus, Scabiosa* u. s. w. botrytischer Natur. Die ersteren sind dadurch ausgezeichnet, dass sie von der Mitte nach oben und unten zu aufblühen. Die 4gliedrigen Blüten werden von den 5gliedrigen dadurch abgeleitet, dass man 2 obere Zipfel der Krone als verwachsen ansieht. Bei dem Androeceum beginnt die Reduktion durch Schwinden des rückenständigen Staubblattes, dann verkleinern sich die vorderen zwei, ein Vorgang, der bis zum völligen Schwinden vorschreiten kann *(Morina).* Der stets entwickelte Aussenkelch wird als eine Verbindung zweier Vorblätter betrachtet.

Die Uebertragung des Blütenstaubes findet durch Insekten statt; bei *Succisa pratensis* kommen auch weibliche Blüten durch Verkümmern der Staubblätter vor.

8. Reihe. Campanulatae.

Die Blüten sind typisch 5gliedrig, doch ist der Kelch zuweilen reduziert oder schwindet ganz, der Fruchtknoten zeigt häufig Reduktion. Die Staubblätter neigen zusammen und sind öfters sämtlich oder zum Teil miteinander verklebt oder verschmolzen. Fruchtknoten mehrfächrig mit vielen, oder 1fächrig mit einzelnen Samenanlagen.

247. Familie. Cucurbitaceae.

Die Blüten sind strahlig, 5gliedrig und fast stets getrenntgeschlechtlich, 1häusig. Kelch und Krone sind meist am Grunde ziemlich hoch verwachsen. Staubblätter sind typisch 5 vorhanden, die meist zu dreien verwachsen. Der Fruchtknoten ist unterständig, 3fächrig, mit vielen, gewöhnlich horizontal befestigten, gewendeten Samenanlagen. Die Frucht ist beerenartig; der Same umschliesst kein Nährgewebe. — Meist 1jährige Kräuter, die mit Ranken klettern; Blätter spiralig gestellt, häufig geteilt. Gefässbündel bicollateral.

Die hauptsächlich in den Tropen entwickelte Familie besitzt bei uns nur wenige einheimische Formen z. B. *Bryonia dioica* mit schwarzen, *B. alba* mit roten Beeren; die knollige Grundachse *(Zaunrübe)* ist giftig und war früher offizinell. Sie sowohl wie die

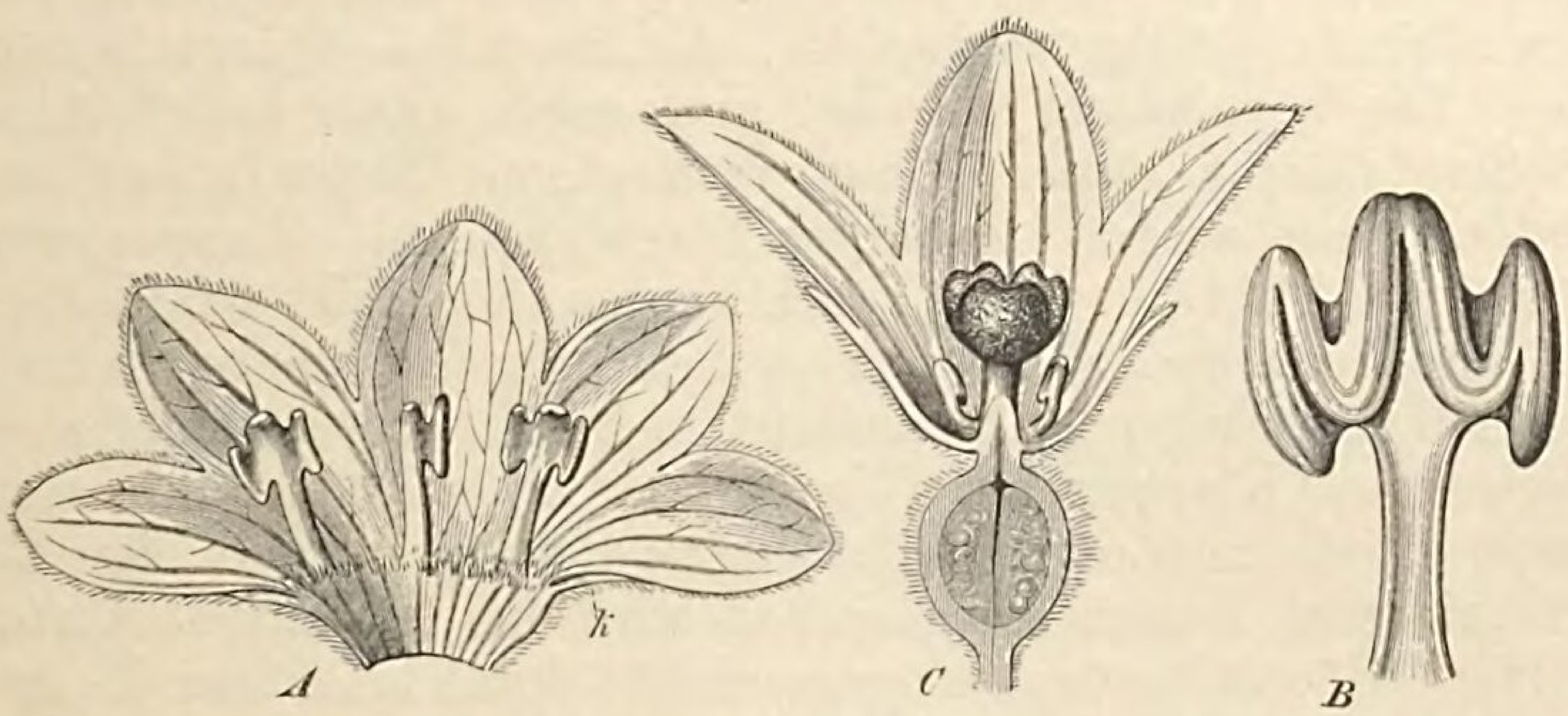


Fig. 192. *Citrullus Colocynthis*. *A* Blumenkrone der männlichen Blüte, aufgespalten und ausgebreitet; *B* eines der grossen Staubblätter; *C* weibliche Blüte im Längsschnitte (nach Luerssen).

Gattung *Cucumis* hat radförmige Blumenkrone: *C. sativus (Gurke)* aus Ostindien, ist eine allgemein verbreitete Gemüsepflanze; *C. Melo (Melone)* mit sehr aromatischem Fruchtfleische wird ebenfalls häufig kultiviert. *Citrullus vulgaris* ist die in wärmeren Gegenden wegen der kühlenden Pulpa sehr geschätzte *Wassermelone*; *C. Colocynthis*, (Fig. 192) durch ganz Afrika verbreitet, liefert die sehr bitteren *Fructus Colocynthidis*. *Luffa cylindrica* besitzt ein sehr widerstandsfähiges Fasernetz in den Früchten (*Luffaschwamm*). Zu *Cucurbita* mit glockenförmiger Corolle gehört *C. Pepo* (*Kürbis*), der überall wegen der Früchte kultiviert wird; in wildem Zustande ist er von nirgendher bekannt.

Morphologie. Fast alle Cucurbitaceae sind mit Ranken kletternde Kräuter oder Stauden, nur *Dendrosicyos* von Socotra hat einen hohen, fleischigen Stamm. Die Ranken werden gegenwärtig allgemein für umgebildete Blätter angesehen, und zwar erkennt man in ihnen die Vorblätter der Seitenzweige; die Richtung der Schrauben ist wechselnd und setzt oft in derselben Ranke um. Die Kanten der

Achsen enthalten ein stark verdicktes Kollenchym; die Gefässbündel werden aussen von einem in der Jugend geschlossenen Sklerenchymring umgeben. Die weiblichen Blüten stehen häufig einzeln in den Achseln der Blätter, die männlichen bilden nicht selten dolden- oder köpfchenartige Aggregate, auch Trauben und Rispen kommen vor. Neben ihnen entwickeln sich häufig Laubsprosse, die mit einem der Blütenstände als Achselsprosse der zu Ranken umgebildeten Zweigvorblätter gelten. Von den diagrammatischen Verhältnissen verdient das Androeceum allein Berücksichtigung. Die Blüten haben die gewöhnliche Kelchstellung, d. h. das unpaare Kelchblatt ist nach hinten gewendet. Mit den Sepalen wechseln die Blumenkronenabschnitte. Bei den *Fevilleae* sind nun alle 5 Staubblätter frei, in Alternanz mit diesen. Je zwei von ihnen rücken nahe aneinander bei *Thladiantha;* in der Gattung *Sicydium* verwachsen die paarig genäherten ziemlich hoch und bei *Melothria* sind nur noch 3 Staubgefässe wahrnehmbar, von denen zwei als paarig verbundene Stamina, das dritte als Einzelstaubblatt anzusehen sind. Bei unseren Arten sind ebenfalls scheinbar triandrische Blüten vorhanden, die Beutel sind darmförmig gewunden. Die Verbindung schreitet aber noch weiter vorwärts, indem die 3 Staubblätter säulenförmig verwachsen (*Sicyos*); endlich hat *Cyclanthera* ein zentral gestelltes Staubblatt mit 2 superponierten ringförmigen Theken. Der Fruchtknoten ist meist 3fächerig; die Samen sitzen an den nach innen vorspringenden, dann wieder nach aussen sich umschlagenden Samenleisten. Die Früchte springen zuweilen elastisch mit 3 Klappen auf (*Cyclanthera explodens*); die Frucht löst sich vom Stiele und wird weit weggeschleudert, wobei der flüssige Inhalt mit den Samen ausgespritzt wird bei *Ecballium Elaterium.*

Die Pollenübertragung geschieht durch Insekten; die grossen Pollenkörner sind stark bestachelt.

248. Familie. Campanulaceae.

Die Blüten sind strahlig oder zygomorph, zwittrig und meist 5gliedrig. Die Kelchblätter sind frei, die Blumenblätter fast stets röhrenförmig verwachsen. Die Staubblätter sind häufig am Grunde der Blüte befestigt. Der Fruchtknoten ist unterständig mit 5 oder weniger Fächern; die Samenanlagen sind gewendet, sehr viele sitzen an innenwinkelständigen Samenleisten. Die Frucht ist kapselartig und springt oft mit Löchern auf. Der Same umschliesst einen geraden Keimling in fleischigem Nährgewebe. — Kräuter, Stauden, seltener Holzgewächse, die Milchsaft führen, mit meist spiralig gestellten, nebenblattlosen Blättern. Blüten selten einzeln, end- oder seitenständig, meist zu Rispen verbunden.

Die *Campanuloideae* haben strahlige Blüten mit freien Staubbeuteln. Die *Campanulinae* besitzen seitlich geöffnete Kapseln. Die 250 Arten der Gattung *Campanula* (*Glockenblume*) finden sich hauptsächlich in der nördlich gemässigten Zone, die meisten im Mittelmeergebiete; viele blühen blau: *C. Medium* mit 5 Fruchtknotenfächern wird häufig bei uns, auch in Formen mit doppelter und 3facher Blumen-

krone kultiviert; die übrigen erwähnten Arten besitzen nur 3 Fächer. *C. patula* und *C. rotundifolia,* die erstere mit violetten, die letztere mit rein blauen Blüten, sind häufige Wiesen- und Triftenpflanzen; von *C. Rapunculus* wird die knollig verdickte Wurzel gegessen. *Phyteuma* hat bis oder fast bis auf den Grund geteilte Corollen, deren Zipfel gewöhnlich an der Spitze verbunden sind; die Wurzeln des weissblühenden *P. spicatum* sind ebenfalls geniessbar. Die *Wahlenbergiinae* haben an der Spitze aufspringende Kapseln. *Jasione montana* mit kopfigen, blauen Blüten ist auf dürren Heiden häufig.

Die *Lobelioideae* mit zygomorphen Blüten und verklebten Staubbeuteln sind hauptsächlich in den Tropen und der südlichen gemässigten Zone verbreitet, in Deutschland wächst nur *L. Dortmanna,* eine auf dem Grunde von Landseen festgewurzelte Art mit röhrigen, rosettig gestellten Blättern; *L. inflata* aus Nordamerika ist offizinell (*Herba Lobeliae*); *L. Erinus* von Südafrika ist eine zierliche, dunkelblau blühende Art, die häufig als Topfpflanze und für Teppichbeete kultiviert wird.

Morphologie. Baumartige Formen sind besonders unter den *Lobelioideae* auf den Sandwichinseln entwickelt, die dann häufig auf dem Ende des Stammes oder der Zweige einen dichten Blattschopf tragen. Die Milchsaftgefässe sind gegliedert, sie finden sich hauptsächlich im inneren Leptom. Markständige Bastbündel kommen zuweilen vor. Die Blütenstände sind häufig botrytisch, gehen aber nicht selten in cymöse Endigungen aus; Wickeln vom Aussehen derjenigen der Borraginaceae finden sich bei *Pentaphragma.* Bezüglich der Kelchstellung kommt nicht selten die Orientierung, welche das unpaare Blatt nach vorn gestellt zeigt (*Lobelioideae*), vor. Die Fruchtknotenfächer liegen bei Gleichzahl entweder unter den Kelch- oder unter den Blumenblättern, ersteres bei *C. Medium,* letzteres bei *Platycodon.* Die abnorme Vermehrung der Krone durch eine oder zwei weitere Kronen bringt zwar Umstellungen der Staubblätter, nicht aber der Fruchtknotenfächer hervor. Bei den *Lobelioideae* bilden sich 2lippige Blüten aus; zur Zeit der Anthese machen die Blüten entweder eine Vierteldrehung und fallen dann rechts oder links aus der Blattachsel nach unten, oder die langgestielten kippen über den Inflorescenzscheitel in dorsaler Richtung über (Resupination). In beiden Fällen ist die Folge dieser Bewegung, dass die ursprünglich 3zipflige Oberlippe zur Unterlippe wird.

Die Uebertragung des Blütenstaubes wird vielfach von Insekten vermittelt, bei grossblütigen *Lobelioideae* (*Siphocampylos*) sollen sich auch Kolibris daran beteiligen. Der Blütenstaub wird aus den intrors aufspringenden, zusammengeneigten Beuteln durch aussen an den Narben befindliche Fegehaare herausgebürstet. Kleistogamie ist bei mehreren Arten (*Camp. canescens*) nachgewiesen worden.

249. Familie. Goodenoughiaceae.

Sie schliessen sich an die *Lobelioideae* an, besitzen aber keinen Milchsaft und tragen unterhalb der Narbenenden ein napfförmiges

Gebilde, den Pollenbecher, in dem sich der Blütenstaub sammelt. Sie sind hauptsächlich in Australien entwickelt, nur *Scaevola* hat in 2 Arten, die Strandpflanzen sind, eine von Malesien bis nach Afrika und Amerika reichende Verbreitung (*S. Koenigii* und *S. Plumieri*).

250. Familie. Candolleaceae.

Auch sie stehen den *Campanulaceae* nahe, haben aber nur 2 Staubblätter, die mit dem Griffel eng verwachsen sind; die Antheren sind demzufolge extrors. — Milchsaftgefässe sind nicht vorhanden. Die Blätter sind meist schmal, grasartig.

Die meisten Arten sind australisch: *Candollea graminifolia* wird in Gärten kultiviert. Das nach unten gebogene Androgynophor zeigt eine empfindliche Reizbarkeit, indem es bei Berührung aufwärts schnellt.

251. Familie. Calyceraceae.

Sie haben die nächsten Beziehungen zu den Compositen, von denen sie sich insonderheit durch laubig entwickelte Kelche, durch freie oder schwach zusammenhängende Beutel ohne Anhängsel und den Mangel des Discus unterscheiden. — Kräuter oder Stauden mit spiralig gestellten Blättern und zu Köpfchen versammelten Blüten, die von einer Hochblatthülle umgeben sind.

Sie gehören ausschliesslich Südamerika an: *Calycera spathulata* wird zur Deutung des Compositenkelches gern herbeigezogen; die randständigen Früchte sind verwachsen und verhärtet.

252. Familie. Compositae.

Die Blüten sind strahlig oder zygomorph, zwittrig, oder durch Reduktion eingeschlechtlich und typisch 5gliedrig. Der Kelch fehlt oder wird durch Borsten oder Schüppchen vertreten, die später oft auswachsen und eine Krone auf der Frucht bilden. Die Corolle ist röhren-, zungen-, trichter-, seltener lippenförmig. Die Staubblätter sind in der Röhre angeheftet, mit den Beuteln verklebt. Letztere springen intrors in Längsspalten auf und sind häufig mit endständigen Anhängseln versehen. Der unterständige Fruchtknoten ist 1fächrig mit einer aufrechten, gewendeten Samenanlage. Der Griffel der fruchtbaren Blüten ist an der Spitze in zwei Narbenschenkel gespalten, bei den unfruchtbaren kopfig, nur in den geschlechtslosen Blüten fehlt er. Die Frucht ist eine Schliessfrucht. Der Same umschliesst einen geraden Keimling, das Nährgewebe fehlt. — Kräuter, Stauden, doch auch häufig Sträucher, seltener Bäume mit spiralig gestellten oder kreuzgegenständigen, nebenblattlosen, ganzen oder geteilten Blättern. Blüten in Köpfchen, die von einem Hochblattinvolukrum (gemeinschaftlicher Hüllkelch, Fig. 193 *A b*) umgeben sind und meist viel- (selten 1blütig) sind; sie werden von Deckblättern (Spreuschuppen, Fig. 193 *B e*) gestützt oder sind von Borsten

umgeben und sitzen auf einem verschieden gestalteten gemeinschaftlichen Blütenboden (Receptaculum commune, *A b*).

1. Unterfamilie *Tubuliflorae*: die Milchschläuche fehlen; Mittelblüten stets röhren-, niemals zungenförmig, Randblüten zungen-, röhren-, selten lippenförmig.

Die *Astereae* besitzen am Grunde stumpfe Staubbeutel; die Narben sind spitz, meist nur oben mit Fegehaaren besetzt und das empfängnisfähige Gewebe bildet einen schmalen, später nach aussen gerollten Randstreifen. *Solidago* mit gleichfarbigen (gelben) Scheiben- und Strahlblüten ist ein vorzüglich in Nordamerika entwickeltes Geschlecht, während bei uns nur *S. Virga aurea* (*Goldrute*) verbreitet ist, die sich in der gesamten nördlich gemässigten Zone findet; *Bellis* hat weisse Strahlblüten: *B. perennis (Gänseblümchen, Masliebchen, Marguérite)* ist in fast ganz Europa gemein, in Nordamerika und Neuseeland bürgert sie sich ein, sie wird häufig in roten und weissen gefüllten Formen kultiviert; *Aster* hat ebenfalls verschieden gefärbte, auch bunte Strahlblüten, ist aber mit einem Pappus versehen, der bei *Bellis* fehlt. *Aster* (*Callistephus*) *chinensis* ist die bekannte im Herbste blühende *Gartenaster;* die meisten Arten sind Amerika eigen, haben sich aber zum Teil an den Ufern unserer grossen Flüsse eingebürgert, z. B. *A. Novi Belgii;* auch *Erigeron* ist hauptsächlich amerikanisch (von 150 Arten über 100); bei uns ist *E. acre*, eine mit Strahlblüten versehene Art, häufig, während *E. canadense*, heute eines der verbreitetsten Unkräuter der ganzen Erde, keine Strahlblüten besitzt; es stammt aus Amerika.

Die *Inuleae* sind durch geschwänzte (Fig. 193 *C*), pfeilförmige Staubbeutel gekennzeichnet. Bei *Gnaphalium* sind mehr weibliche als Zwitterblüten vorhanden, die Randblüten sind röhrenförmig: *G. luteo-album* gehört zu den über die ganze Erde verbreiteten Kosmopoliten; *Leontopodium* und *Antennaria*, welche oft mit jener Gattung verbunden werden, können dadurch geschieden werden, dass die Zwitterblüten nicht wie bei jener fruchtbar sind; ausserdem ist *Antennaria dioeca* (*Katzenpfötchen*) 2häusig, sie wächst in der ganzen nördlich gemässigten Zone; *Leontopodium alpinum* (*Edelweiss*) ist heterogam, es findet sich auf den europäischen und asiatischen Hochgebirgen; die mehr als 300, besonders afrikanische Arten umfassende Gattung *Helichrysum* hat fast nur Zwitterblüten in den Köpfchen; die Hüllblättchen sind häufig mit einem breiten, gefärbten, trockenhäutigen Rande umgeben (*Strohblumen, Immortellen*): bei uns nur *H. arenarium* mit gelben, kleinen Köpfchen auf Sandboden häufig; es war früher offizinell. Die Gattung *Inula* hat zungenförmige Randblüten: *I. Helenium* (*Alant*) mit sehr grossen, dicken, gelben Köpfchen, von Europa bis Japan verbreitet, gibt die offizinelle *Radix Helenii*; *Odontospermum pygmaeum* mit sehr hygroskopischen Hüllblättern ist eine von Algier bis Belutschistan verbreitete Wüstenpflanze und als *echte Rose von Jericho* bekannt.

Die *Heliantheae* besitzen zungenförmige Strahlblüten, der Blütenboden ist mit Spreuschuppen bedeckt, die Staubbeutel sind am Grunde stumpf, der Griffel hat einen Kranz längerer Fegehaare, die

Federkrone besteht niemals aus haarförmigen Borsten. — Bei *Xanthium* sind die weiblichen Blüten paarig zu einem Köpfchen vereint; die Arten sind weitverbreitete Unkräuter, von denen namentlich *X. spinosum* mit dornigbewehrten Blattstielen häufig die Schafwolle verunreinigt; *Helianthus annuus* (*Sonnenrose*), eine der grössten 1jährigen Pflanzen mit oft ungewöhnlich reichblütigen, umfangreichen Köpfchen, stammt aus Peru und wird gegenwärtig häufig kultiviert; die Samen geben ein vortreffliches Oel; *H. tuberosus* (*Topinambur, Erdapfel*, Fig. 193 *A*) wird zuweilen wegen der knolligen, essbaren Rhizome gebaut; *Dahlia variabilis* (*Georgine*) hat sterile Randblüten, sie wird in zahllosen Farben- und Füllungsformen als Spätsommer- und Herbstblume in Gärten kultiviert und stammt aus Mexiko; *Bidens cernuus* und *B. tripartitus*, deren Pappusstrahlen von nach rückwärts gerichteten Zähnchen rauh sind, gehören zu den gemeinsten Sumpfpflanzen der nördlich gemässigten Zone. *Galinsogaea parviflora* mit gefransten Pappusschuppen, in Peru heimisch, hat sich über die ganze Erde als Unkraut verbreitet.

Die *Anthemideae* besitzen den Griffel der vorigen Tribus, die Federkrone ist kurz oder fehlt. Mit Spreublättern sind versehen folgende Gattungen: *Anthemis* mit schwach zusammengedrückten Früchten; *A. nobilis* liefert die *Flores Chamomillae Romanae*. Stark zusammengedrückte Früchte besitzen *Achillea* und *Anacyclus;* bei der letzteren Gattung sind die Früchte geflügelt; *An. Pyrethrum* lieferte die einst offizinelle *Radix Pyrethri;* die erste Gattung ist durch ungeflügelte Früchte verschieden: *Ach. Millefolium* (*Schafgarbe*) ist häufig von Europa bis Sibirien und Nordamerika; *A. moschata* (*Iva*) liefert einen wesentlichen Bestandteil des Benediktinerlikörs. Die folgenden Gattungen besitzen keine Spreublätter: *Artemisia* hat röhrige Randblüten: die in Turkestan ausserordentlich weit verbreitete *A. Cina* Berg (non Willk.) liefert in den noch unreifen Blütenköpfchen die *Flores Cinae* (*Zitwersamen*); *A. Absinthium* (*Wermut*) gibt *Herba Absinthii*; *Matricaria* hat dagegen strahlige Randblüten und einen hohlen Blütenboden; die Blüten der *M. Chamomilla* (*Kamille*) sind von dem Arzneibuch vorgeschrieben (*Flores Chamomillae*); *Chrysanthemum* besitzt ebenfalls strahlige Randblüten, hat aber einen dichten Blütenboden: *C. segetum* mit gelben Strahlblüten ist die lästige *Wucherblume; C. inodorum* soll als Verfälschung der *Kamille* vorgekommen sein, sie hat weisse Strahlblüten; ähnlich ist *C. cinerariifolium*, welche in Dalmatien heimisch ist; sie gibt in ihren Blütenköpfchen das beste *Insektenpulver*.

Die *Senecioneae* unterscheiden sich von der vorigen Tribus durch haarförmige Federkrone: *Tussilago Farfara* (*Huflattich*) hat eckige, herzförmige Blätter und beschuppte, einblütige Blütenstiele, offizinell ist *Herba Tussilaginis; Arnica montana* mit rosettig gedrängten, zu vier stehenden, oblongen Grundblättern und wenigblütigen Blütenstielen, ist in Nordeuropa verbreitet, fehlt aber in England; sie gibt die *Flores Arnicae;* die Gattung *Senecio* ist mit 1000 Arten eines der grössten Geschlechter und fast über die ganze Erde verbreitet: *S. vernalis*, ebenfalls *Wucherblume* genannt, hat sich

von Russland über einen erheblichen Teil von Deutschland verbreitet; *S. vulgaris* ist auf Aeckern, *S. viscosus* und *S. silvaticus* sind auf Waldblössen gemein.

Die *Calenduleae* besitzen fruchtbare weibliche Rand- und unfruchtbare zwittrige Scheibenblüten. *Calendula officinalis* ist eine

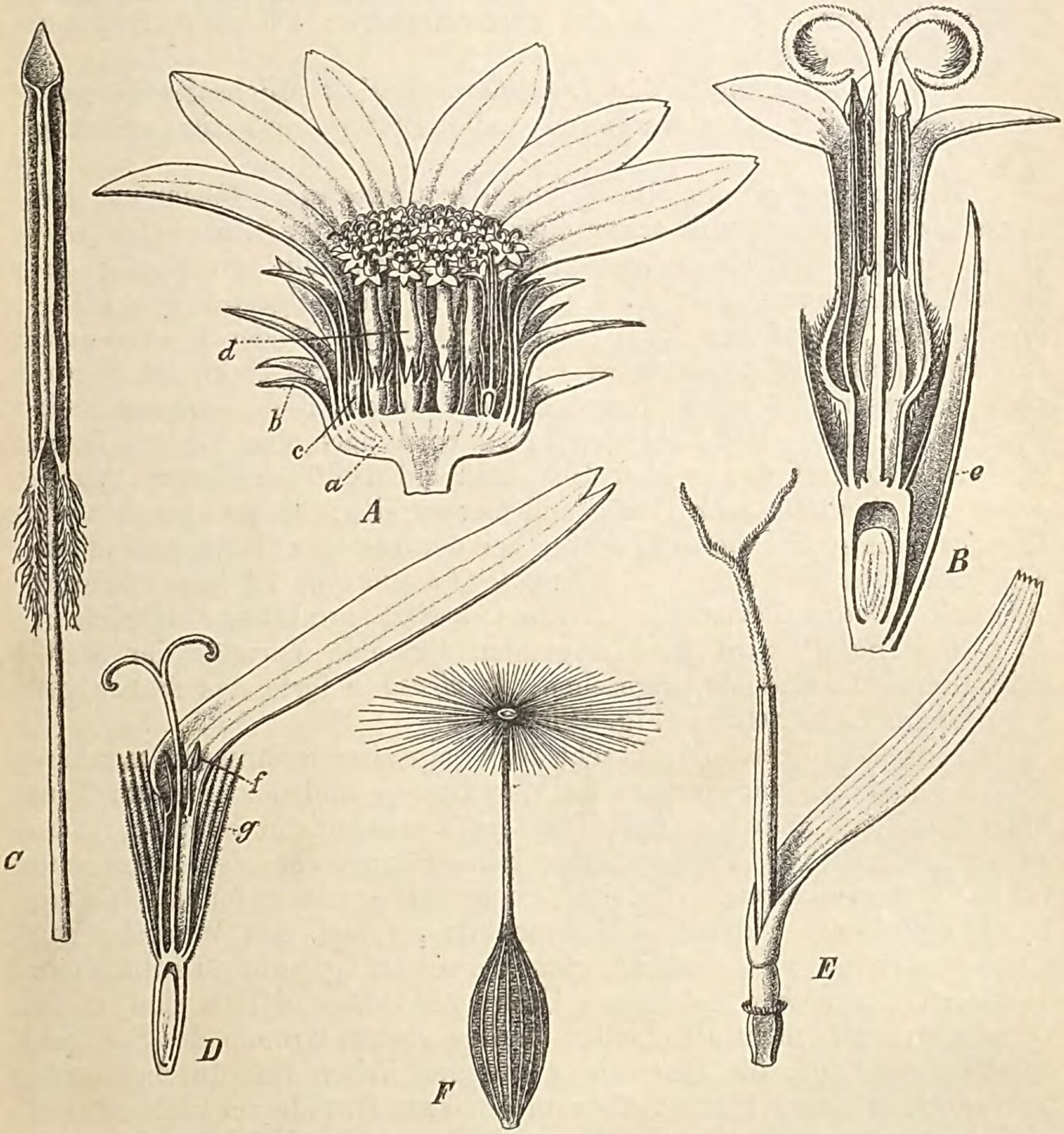


Fig. 193. *Helianthus tuberosus.* *A* Köpfchen im Längsschnitte, *a* gemeinschaftlicher Blütenboden; *b* gemeinschaftlicher Hüllkelch; *c* Strahlblüten; *d* Mittelblüten; *B* die letztere im Längsschnitte; *e* Deckblatt (palea). — *C* Staubblatt von *Inula Helenium* mit geschwänztem Beutel. — *D* Strahlblüte von *Arnica montana*, *f* Staminodien; *g* Pappus. — *E* Blüte von *Cichorium Intybus*. — *F* Frucht von *Lactuca virosa*.

seit uralten Zeiten in Gärten kultivierte, früher als offizinell anerkannte Art aus dem Mittelmeergebiete (*Ringelblume*).

Die *Cynareae* haben homogame oder am Rande sterile, niemals zungenförmige Blüten, der Blütenboden ist borstig: *Arctium Lappa* (*Klette*) mit widerhakigen Fruchtköpfen, war früher offizinell (*Radix Bardanae*); die Gattungen *Carduus* und *Cnicus* sind stachelig be-

wehrte Pflanzen (*Disteln*): *Cnicus benedictus* wird noch heute von dem Arzneibuche gefordert (*Herba Cardui benedicti*); *Centaurea* hat stets sterile, trichterförmige Blüten, die Gattung umfasst mehr als 400, besonders im Mediterrangebiete vorkommende Arten: *C. Cyanus* (*Kornblume*) mit dunkelblauen Blüten ist im Getreide häufig und wahrscheinlich durch die Kultur desselben aus dem Oriente eingeführt; *Carthamus tinctorius* mit orangefarbigen Blüten liefert den gelben Farbstoff *Safflor*.

Die 2. Unterfamilie der *Liguliflorae* besitzt Milchsaftschläuche, die untereinander anastomosieren; alle Blüten sind zungenförmig (Fig. 193 *E*).

Hieher gehört nur die Tribus der *Cichorieae*. *Cichorium* hat abgestutzte Achänien mit schuppiger Federkrone: *C. Intybus* (*Cichorie*) liefert in den gerösteten und zerriebenen Wurzeln ein häufig gebrauchtes Kaffeesurrogat; *C. Endivia* wird in vielgestaltigen Blattformen als Salatpflanze kultiviert; *Crepis* zeigt weder Stern- noch Wollbekleidung; *C. tectorum* ist ein weitverbreitetes Unkraut; *Hieracium* unterscheidet sich hauptsächlich durch das Vorhandensein jener Bekleidung, die Zahl der Arten wird nach den verschiedenen Autoren bald auf wenig über 100, bald auf 1000 geschätzt; *H. vulgatum* ist ebenfalls sehr häufig und formenreich; *Taraxacum* hat wie *Lactuca* langgeschnäbelte Früchte; bei der ersteren Gattung sind die Köpfchen sehr vielreihig; *T. officinale* (*Löwenzahn*) ist in der Wurzel offizinell (*Radix Taraxaci*); *Lactuca* besitzt armblütige Köpfchen; *L. sativa* (*Salat*) wird jetzt allgemein für eine Varietät der weitverbreiteten *L. Scariola* angesehen; *L. virosa* lieferte das früher gebräuchliche *Lactucarium* (Fig. 193 *F*).

Morphologie. Die Tracht der Compositae ist äusserst mannigfaltig, selbst in einer einzigen Gattung *Senecio* finden sich kaum 1 cm hohe Stauden, 1jährige, zum Theil sehr ansehnliche Kräuter, hohe Stauden, Sträucher, Fettgewächse, hohe Bäume; am seltensten sind echte Wasserpflanzen, obgleich auch diese nicht fehlen (*Cotula myriophylloides*). Adventive Knospenbildung auf den Wurzeln von *Cirsium arvense* und *Sonchus* gibt Veranlassung zum übermässigen Wuchern der hieher gehörigen Unkräuter. Die Blätter sind meist spiralig gestellt, nicht allzu selten werden sie am Grunde des Stengels rosettig gedrängt; die *Heliantheae* dagegen haben fast durchgehends kreuzgegenständige Blätter, die zum Theil am Grunde verwachsen sind und dort schüsselförmige Hohlkörper bilden; sie sind Vorrichtungen gegen den Besuch ungebetener Gäste. Sekretbehälter (Oel) sind mit Ausnahme der *Cichorieae* überall zu finden, sie verlaufen gewöhnlich vor den Leptomsträngen; die erwähnte Unterfamilie besitzt dafür die aus der Verschmelzung von Zellreihen entstandenen Milchsaftschläuche. In dem Zellsafte der Wurzeln ist zuweilen *Inulin* enthalten, das sich in Sphärokrystallen bei dem Einlegen in Alkohol absetzt.

Die Köpfchen sind botrytische, spiralige Anreihungen der Blüten; meist sind sehr viele der letzteren, zuweilen selbst einige Tausend (*Helianthus*) miteinander vereinigt; wenige finden sich bei *Lactuca*, 4 regelmässig bei *Mikania*, 1blütige Köpfchen zeigt *Echinops*. Wenig-

blütige Köpfchen können wieder zu Köpfchen zweiter Ordnung zusammentreten (*Echinops*); sonst finden sich rispige, traubige oder auch cymös-dichasische oder monochasische Verbände der Köpfchen (Wickeln häufig bei *Vernonia*). Die Form der Köpfchen ist abhängig von der Gestalt des gemeinschaftlichen Blütenbodens, der bald flach, bald kegelförmig, oder cylindrisch verlängert sein kann; seine Oberfläche ist zuweilen eben, zuweilen grubig vertieft oder bienenwabig. Deckblätter der Blüten, die hier *Spreublätter* genannt werden, sind oft vorhanden, ihre Stelle wird bisweilen von einer grösseren oder geringeren Zahl Borsten vertreten. Der Kelch ist in typischer Ausbildung niemals vorhanden, aus der Stellung der Blumenkronenabschnitte wird aber auf die gewöhnliche Disposition, der zufolge das unpaare Blatt median dorsal liegt, geschlossen. An seiner Stelle finden sich Schüppchen oder Borsten in nicht stets regelmässig wiederkehrender Zahl. Die typische Form der Blumenkrone ist die röhrenförmige, 5zipflige; sie wird zuweilen glocken- oder trichterförmig und zeigt schon bei den sterilen Blüten der *Centaurea*arten eine Neigung zur Zygomorphie, die das höchste Mass bei den *Mutisioideae* zeigt, wo nicht selten eine echte Lippenblüte mit 2zipfliger Ober- und 3zipfliger Unterlippe beobachtet wird. Ist die Blumenkrone oben gespalten und flach nach vorn zu ausgebreitet, so entsteht die zungenförmige Corolle. Die Staubblätter sind in der Röhre angeheftet; über die Form der Beutel wurde schon oben berichtet, die Verbindung derselben zu einer Röhre geschieht erst kurz vor dem Aufblühen durch einen aus der Oberhaut ausgesonderten Kitt. Sie zeigen eine stufenweise Reduktion insofern, als sie bei manchen weiblichen Blüten (*Arnica*) noch als fädliche Reste nachgewiesen werden können, bis sie endlich ganz verschwinden; ob aber ihre Spuren wenigstens in der ersten Anlage nicht doch noch nachweisbar sind, ist bis jetzt nicht ermittelt worden. Der Fruchtknoten ist unterständig und wird wegen der beiden median gestellten Narbenstrahlen als aus zwei Fruchtblättern aufgebaut angesehen. Ein Griffelkanal ist nicht vorhanden. Nur solche Griffel, welche an der Spitze geteilt sind, besitzen an den Rändern empfängnisfähiges Narbengewebe, die kopfigen Griffel auch in scheinbar zwittrigen Blüten können keinen Blütenstaub aufnehmen; die dazu gehörigen Fruchtknoten haben auch keine Samenanlagen (*Tussilago, Calendula*).

Bezüglich der Geschlechterverteilung finden sich folgende Verhältnisse. Entweder sind alle Köpfchen gleich gestaltet, oder sie zeigen zweifache Bildung. Unter den gleich gestalteten finden sich wieder solche, bei denen alle Blüten eines Köpfchens zwittrig und fruchtbar sind (homogame Köpfchen). Unter diesen Umständen können wieder sämtliche Blüten gleich gebildet sein, und zwar entweder alle zungenförmig (*Liguliflorae*) oder sämtliche röhrenförmig (*Vernonia, Eupatorium*). Diese beiden Gruppen bilden Linnés *Polygamia aequalis*. Bei *Leontodon hirtum* und anderen sind zwar ebenfalls alle Blüten zwittrig, die Randblüten besitzen aber einen anders geformten Federkelch; eine weitere Differenz tritt dann ein, wenn sie etwas zygomorph sind (*Cynareae*). Ein ferneres Verhältnis

zeigt sich darin, dass scheinbar alle Blüten zwittrig sind; aber die Randblüten allein bringen Früchte hervor (*Schoenia*). Häufig tritt dann eine Reduktion der Randblüten im Androeceum ein, so dass sie weiblich werden (*Anthemideae*, heterogame Köpfchen), oder durch Schwinden des Griffels sind sie ungeschlechtlich (*Centaurea*). Die ungleichförmigen Köpfchen enthalten entweder nur männliche oder nur weibliche Blüten und sind dann entweder 1häusig (*Ambrosiinae*) oder 2häusig (*Baccharis*).

Fossil scheinen die Compositae bereits im älteren Tertiär vorhanden gewesen zu sein, wie aus Früchten mit der charakteristischen Federkrone geschlossen wird.

Bei weitem die meisten Compositae sind auf Fremdbestäubung mit Hilfe von Insekten angewiesen. Der Honig wird von dem Polster am Grunde des Griffels reichlich abgesondert. Die Griffel sind fast allgemein aussen mit einem mehr oder weniger ausgedehnten Kranze von Fegehaaren versehen, welche die introrse aufspringenden Beutel beim Durchwachsen der Röhre ausbürsten; einige Gattungen (*Cirsium*, *Centaurea*) besitzen an den Fäden ein saftiges und reizbares Schwellgewebe, welches sich bei Berührung der Staubblätter verkürzt; durch diese Bewegung wird ein Pollenpfropf herausgeschoben und auf dem Insektenleibe abgestreift. Die Pollenkörner sind auf der Exine mit Leisten und Stacheln skulpturiert, sowie mit einer öligen Flüssigkeit überzogen, wodurch sie auf den Narben haften. Alle Compositae sind proterandrisch; nachdem der Griffel sich aussen in den Fegehaaren mit Pollen beladen hat, bleiben die über die Staubbeutelröhre hervorragenden Narbenschenkel zunächst noch geschlossen, erst später schlagen sie sich auseinander oder krümmen sich bogenförmig zurück. Ist die Belegung mit fremden Pollen ausgeblieben, so kann Autogamie stattfinden, indem aus den Fegehaaren einzelne Körner auf die Narben benachbarter Blüten fallen, oder die letzteren holen sich durch fortschreitende Einkrümmung bis zur Berührung mit den Fegehaaren selbst einigen Blütenstaub.

Die *Ambrosinae* und *Artemisia* sind auf Pollenübertragung durch den Wind angewiesen, sie erzeugen keinen Honig, ihre Pollenkörner sind glatt, die Narbenschenkel oft lang fadenförmig.

Zur Verbreitung der Früchte wirken die Federkronen äusserst vorteilhaft, welche bei trockenem Wetter wie ein Fallschirm wirken, bei feuchtem aber zusammenklappen, wodurch die Früchte zu Boden fallen und die zur Keimung günstigen Verhältnisse ausnutzen können. Die mit Kletthaken versehenen Köpfchen von *Arctium* und *Xanthium*, sowie die Früchte von *Bidens* werden durch Tiere verschleppt; auch drüsig klebrige Bekleidungen helfen manchmal in ähnlicher Weise: *Adenostemma viscosum* verdankt seine ubiquitäre Verbreitung in den Tropen wahrscheinlich diesem Umstande. Flügelfrüchte kommen auch, wenn immerhin selten vor.

B. Phytopaläontologie.

In dem systematischen Teile dieses Lehrbuches wurden die Formen der gegenwärtig existierenden Pflanzenwelt familienweise durch die Besprechung der fossilen Gestalten, soweit der zur Verfügung stehende Raum dies zuliess, ergänzt. In den folgenden Abschnitten werden die auf solche Weise gewonnenen Kenntnisse eine wiederholte Verwertung nach doppelter Hinsicht finden. Einmal soll, ebenfalls in kurzen Zügen, eine Zusammenstellung derjenigen Elemente gegeben werden, welche in bestimmten Erdschichten aufgefunden worden sind; dieser Versuch wird also eine Stratographie nach ausschliesslich pflanzlichen Einschlüssen sein. Dann werden wir aber auch die Zusammensetzung der Floren in den verschiedenen Erdepochen wenigstens nach den gröbsten Linien kennen lernen; wir werden sehen, bis zu welcher Ausdehnung in geographischer Länge und Breite die Floren gemeinschaftliche Kennzeichen besitzen und werden daraus wichtige Erfahrungen sammeln können über die Klimate vergangener Perioden. Endlich werden wir erfahren, in welcher Weise die jetzt entwickelten Floren mit der Vegetation der der Gegenwart vorausgehenden Zeitläufte in Beziehung steht und werden somit eine sichere Unterlage für den letzteren Abschnitt gewinnen, der sich mit der geographischen Verteilung der Pflanzen zu befassen hat. Seit man nämlich den Gedanken verlassen hat, dass die ganze Lebewelt durch gewaltige Kataklysmen am Ende einer jeden Erdperiode von unserem Erdkörper weggefegt worden sei, und dass nachher eine ganz neue Schöpfung von unserem Gestirne Besitz ergriff, seit man vielmehr die Ansicht mit einem hohen Grade von Zuverlässigkeit begründet hat, dass jede folgende Periode in der Gesamtheit ihrer Lebewesen auf den Schultern derjenigen ihrer jüngsten Vergangenheit steht, dass also alle organischen Gebilde auseinander hervorgegangen sind, wird man die Gegenwart nur richtig verstehen, wenn man die Vergangenheit kennt.

Da es notwendig sein wird, die Bezeichnungen wiederholt zu verwenden, deren sich die Geologen, gestützt auf die tierischen Einschlüsse in den Schichten bedienen, so ist es nicht bloss nützlich, sondern notwendig, die Schichtenfolgen der Erde in den wichtigsten

Hauptgliederungen vorauszuschicken. Die Kenntnis derselben kann nicht unmittelbar vorausgesetzt werden, wenn auch in vielen Fällen eine Einsicht in diese Verhältnisse vorliegen dürfte, welche das Mass der hier wünschenswerten Kenntnis übersteigen wird. — Wer sich weiter über die Geologie orientieren will, findet zunächst in dem Lehrbuche der geologischen Formationskunde, das in demselben Verlage von Dr. Em. Kayser (Stuttgart 1891) herausgegeben worden ist, eine genauere Einführung in diese Wissenschaft.

Die Gliederung der Erdrinde.

Als den ersten Niederschlag, welcher sich infolge der allmählichen Abkühlung des feurig flüssigen Erdballes in zusammenhängender Form auf seiner Oberfläche ausschied, sieht man heute ziemlich allgemein eine Gesteinsreihe an, die in einer Mächtigkeit von 16 000—30 000 m geschätzt, die grösste Verbreitung auf der Erde hat. Man nennt dieselbe das Urgebirge oder die archäische Formation (*terrain primitif*). Es wird hauptsächlich zusammengesetzt aus krystallinischen Schiefern von dreierlei Form, dem *Gneiss,* einem Gemenge von Quarz, Feldspat und Glimmer, dem *Glimmerschiefer,* welcher sich durch den Mangel des Feldspates unterscheidet, und dem *Phyllit* (*Urthonschiefer*), der nur durch die geringe Grösse der Zusammensetzungsstücke des Glimmerschiefers dicht erscheint; ausser diesen drei Hauptgesteinen nimmt noch körniger Kalk an dem Aufbau einen wichtigeren Anteil.

Das Urgebirge ist versteinerungsleer und heisst deshalb auch die azoische oder agnotozoische Gruppe. Aus seinen Elementen bildeten sich durch die Einwirkung der Atmosphärilien Trümmergesteine, die, durch die treibende Kraft des Wassers und des Windes nach bestimmten Orten zusammengeführt, diejenigen Reste der organischen Welt bestimmter Epochen einschlossen, welche einem schnelleren Zerfalle Widerstand entgegensetzten. Die Gesteine, welche auf solche Weise gebildet worden sind, stehen in ihrer Gesamtheit der ursprünglichen Erdkruste als Flötz- oder Sedimentgebirge gegenüber. Die in ihnen enthaltenen Einschlüsse sind für die Bestimmung der jeweilig vorliegenden Schichten von dem grössten Belange; diejenigen, welche wegen der weiten Verbreitung, meist auch wegen der Menge des Vorkommens besonders zur Gleichsetzung mit Schichten in anderen Gegenden der Erde hinleiten, heissen Leitfossilien. Das Studium der Einschlüsse führte dazu, die ganze Schichtenfolge des Sedimentgebirges in Gruppen zu gliedern, die in Formationen zerfallen. Die letzteren werden nach und nach in Stockwerke oder Abteilungen, diese in Stufen, diese in Lager oder Zonen, diese in Schichten geteilt.

Nach den tierischen Einschlüssen hat man das ganze Sedimentgebirge zuvörderst in drei Hauptabteilungen gebracht:

I. die paläozoische Gruppe,
II. die mesozoische Gruppe,
III. die neozoische Gruppe.

Die paläozoische Gruppe zerfällt wieder in folgende Formationen:

A. die cambrische Formation,
B. die silurische Formation,
C. die devonische Formation,
D. die karbonische Formation,
E. die permische Formation.

Anmerkung. Für silurische, devonische etc. Formation gebraucht man gern die Abkürzungen: das Silur, Devon, Karbon, Perm.

Die mesozoische Gruppe wird eingeteilt in:

F. die Triasformation,
G. die Juraformation,
H. die Kreideformation.

Anmerkung. Auch für sie gebraucht man die Abkürzungen: die Trias, der Jura und die Kreide.

Die neozoische Gruppe zerfällt in:

I. die Tertiärformation,
K. die Quartärformation.

Die Benennungen für die grössten Gruppen der Formationen „paläozoisch, mesozoisch, neozoisch“ sind auf Grund der in den Schichten eingeschlossenen tierischen Reste gebildet worden. Einige Phytopaläontologen haben es für zweckmässig erachtet, auch entsprechende Benennungen nach den pflanzlichen Fossilien zu bilden, so dass die Namen paläo-, meso- und neophytisch in der Litteratur vorkommen. Die Anwendung derselben ist keine allgemeine geworden; es dürfte auch besser sein, von ihnen Abstand zu nehmen. Wie nämlich die ersterwähnten Bezeichnungen nur Abteilungen benennen, ohne ein bestimmtes Urteil über die Natur der Tierwelt dieser Gruppen zu präjudizieren, so kann noch viel weniger die zweite Reihe von Bezeichnungen die Floren der Gruppen charakterisieren, sofern man sich nicht entschlösse, eine ganz neue Gliederung der Schichtenfolgen nach den in ihnen vorkommenden Pflanzeneinschlüssen zu entwerfen. Gerade in der neueren Zeit ist nämlich an verschiedenen Stellen der Erde die Thatsache offenbar geworden, dass die Reste aus beiden organischen Reichen in denselben Schichten oder in zweifellos gleichaltrigen Ablagerungen an verschiedenen Orten der Erde nicht harmonieren. Wir werden unten paläozoische Schichten kennen lernen, welche eine echt mesophytische Flora enthalten, mesozoische Ablagerungen, welche von neophytischen Pflanzengruppen in einer unendlichen Fülle begleitet sind, und endlich kommen

in neophytischen Pflanzenlagern noch Spuren mesozoischer Tierformen vor. Wir werden verstehen, dass sich durch solche Verbindungen abweichende Urteile über das relative Alter der Zonen entwickeln können, je nachdem sie mit dem Auge des Zoologen oder des Botanikers betrachtet werden.

Die ersten Spuren organischer Wesen.

Nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen setzt die Existenz tierischer die Anwesenheit der pflanzlichen Organismen und somit die zeitliche Präexistenz der letzteren voraus, denn die Kohlensäure der Luft kann nur durch die Einwirkung des Chlorophylls in diejenige assimilationsfähige Substanz umgebildet werden, welche die Tiere für ihr Gedeihen brauchen. Wenn nun bereits in der Unterstufe des Cambrium eine schon erheblich differenzierte Fauna ihre Spuren hinterlassen hat, so kann es nicht überraschen, dass wiederholt der Gedanke geäussert worden ist, die ältesten azoischen Sedimente, das Laurentische System müsse Pflanzenreste enthalten. Nun geben allerdings die hier vorkommenden Kohleneinschlüsse diesem Gedanken eine keineswegs zu vernachlässigende Stütze. In den Laurentischen Schichten der atlantischen Vereinigten Staaten von Nordamerika sah N. L. Britton schmale Kohlenbändchen, die unten zu unregelmässigen Lappen und Fetzen zusammenflossen; er hielt diese Objekte für *Algenreste* und gab ihnen den Namen *Archaeophyton Newberryanum;* im mittleren Laurentium fand Dawson die älteste Kohle, in der er die älteste Pflanze, Spuren eines *algenartigen* Körpers, als *Protannularia Harknessii* beschrieb.

Diese Dinge scheinen aber doch noch zu wenig deutlich zu sein, als dass man sie mit unbedingter Sicherheit für Gebilde mit pflanzlicher Struktur ansprechen könnte. Die Frage des Vorkommens von pflanzlichen Wesen in den azoischen Schichten ist mithin gegenwärtig noch als eine offene anzusehen.

I. Die paläozoische Gruppe.

A. Die cambrische Formation.

Die cambrische Formation, die ihren Namen von Cambria, einer Benennung für die Halbinsel Wales, entlehnt hat, ist ein über 3000 m mächtiges Gebirge, das überall unmittelbar der archäischen oder azoischen Gruppe aufliegt. Sie ist, wie der Name sagt, namentlich in Wales entwickelt, kommt aber auch in Schweden und Norwegen, den russischen Ostseeprovinzen, in Böhmen, im Fichtelgebirge, Hohen Veen, auf Sardinien, in Südfrankreich, Zentralspanien, China, in Südamerika, namentlich aber in vollendetster

Ausbildung in den Vereinigten Staaten bis Canada vor. Was die pflanzlichen Reste in dieser Formation anbelangt, so werden solche bereits aus den untersten Zonen des Cambrium aus verschiedenen Gegenden namhaft gemacht. Wir haben hier hauptsächlich Gebilde, die man zu den Algen gezählt hat und die in manchen Schichten in solcher Menge auftreten, dass man diese danach benannt hat, so z. B. der *Eophyton*sandstein im schwedischen Cambrium mit *Cruziana* und der sonst petrefaktenfreie *Fucoiden*sandstein der baltischen Provinzen. In den Caenfaischichten des unteren Cambrium der britischen Inseln sind diese Algen ebenfalls nachgewiesen und endlich auch in den amerikanischen Schichten gleichen Horizontes gesehen worden.

Lange Zeit hindurch hielt man ein Gebilde für die erste Spur des organischen Lebens auf der Erde, welches zuerst in den grünen Schiefern von Bray Head in Irland aufgefunden wurde und dem man später auch in Belgien, Spanien und Amerika begegnete. Dieser Körper, *Oldhamia antiqua* genannt, stellt fadendünne Stämmchen dar, die zickzackförmig hin und her gebrochen sind und an den ausspringenden Winkeln der Knickungen Büschel feiner, einfach oder wiederholt dichotom verzweigter Aestchen tragen. Ferd. Roemer hat zuerst nachgewiesen, dass diese Gebilde in der vortrefflichsten Ausbildung infolge von Druckwirkungen auf Spalten entstehen. Das oben erwähnte *Eophyton Linnaeanum* aus Lugnas in Schweden wurde durch Nathorst künstlich dargestellt, indem er Pflanzenreste über einen feuchten Untergrund zog und die Spuren mit Gips ausgoss. Auch die in den *Eophyton*-Sandsteinen vorkommende Gattung *Cruziana* wird heute allgemein als die Spur eines auf dem Boden hinkriechenden Phyllopoden gedeutet; es ist sogar gelungen, für die in einer Kalkschicht zwischen dem Olenen- und Dictyonemenschiefer vorkommenden *Cruziana* von Knifvinge in Ostgotland wahrscheinlich zu machen, dass sie die Spur der *Peltura scarabaeoides* sei. Nicht minder dürfen die als *Phycodes circinnatus* beschriebenen Steinkerne, welche im Fichtelgebirge in solchen Massen auftreten, dass man einen besonderen *Phycoden*schiefer unterscheidet, keinen Anspruch auf organischen Ursprung machen. Die *Chondriten* und *Fucoiden*, welche in den ältesten Horizonten des Cambrium von Schweden und Russland, die Gattung *Bytotrephis*, welche in gleichalterigen Schichten Nordamerikas vorkommen, gleichen in einer solchen Weise den Ausfüllungen von Wurmgängen, dass man sie gegenwärtig anstandslos mit solchen identifiziert.

Wenn in der That der lange für eine Koralle gehaltene *Receptaculites* eine kalkaussondernde Porenalge ist, dann würde mit dem Vorkommen von *R. calciferus* aus dem obersten Horizonte des Cambrium im Staate New York dasjenige Fossil vorliegen, welches von dem Dasein der Pflanzen eine sicher verbürgte Kunde bringt. Sonst ist aber bis heute auch in dieser Formation die Anwesenheit pflanzlicher Reste noch keineswegs in überzeugender Weise dargethan worden: alle die zahlreichen Objekte, welche für solche gehalten worden sind, müssen vielmehr als die Spuren fliessenden

Wassers oder der Bewegung der Wellen (Ripplemarks), von kriechenden Tieren oder flottierenden Körpern betrachtet werden.

Wenn auch diese Spuren als organische Reste nicht betrachtet werden können, so soll damit nicht gesagt werden, dass sie völlig bedeutungslos für die Wissenschaft wären. Sie treten häufig in einer Regelmässigkeit und Fülle auf, dass sie als Leitfossilien immer Beachtung fordern werden und legen manchmal Zeugnis davon ab, dass eine reiche Fauna vorhanden gewesen sein muss, welche wegen des Mangels an Hartteilen keine weiteren Andeutungen ihrer Anwesenheit hinterlassen hat.

Im Cambrium finden sich, wenn auch nicht in allzu grosser Mächtigkeit, so doch sicher vereinzelte Anthracitlager. Wir können wohl kaum zweifeln, dass dieselben pflanzlichen Ursprungs sind, und deswegen dürfen wir die Meinung vertreten, dass Gewächse vorhanden gewesen, dass aber keine deutlichen Zeichen ihrer Existenz bekannt geworden sind.

B. Die silurische Formation.

Sie hat ihren Namen von dem Volksstamme der Silurer erhalten, welche zur Zeit der römischen Invasion den westlichen Teil von England bewohnten. Sie wird vorzüglich aus thonigen und sandigen, seltener aus kalkigen Gesteinen zusammengesetzt und umfasst eine Schichtenfolge von mehr als 3000 m Mächtigkeit, diejenige der vorigen etwas um das Dreifache übertreffend.

Die typische Entwickelung liegt in England vor, wo man von unten nach oben gezählt die Bala-, Llandovery-, Wendlock- und Ludlow-Abteilungen als die wichtigsten Glieder unterschieden hat. In Skandinavien und Russland ist das Silur in weiter Ausdehnung sowohl in horizontaler als vertikaler Richtung entwickelt; den wichtigsten Beitrag zu der Kenntnis des Silur hat aber Böhmen geliefert. In Deutschland haben das Fichtelgebirge, Schlesien, Kärnthen und Krain diese Formation aufzuweisen. Auch diejenigen Länder des übrigen Europas, welche oben genannt worden sind, bieten Glieder derselben in grösserer oder geringerer Ausdehnung. In Nordamerika ist sie wahrscheinlich in der grossartigsten Weise entfaltet, und zwar reicht sie von den Alleghanies durch Wisconsin und Minnesota bis tief in den nordwestlichen Teil hinein und ist soweit zu verfolgen, als die Untersuchung nur immer vorgedrungen ist. Häufig von jüngeren Formationen überdeckt, ist sie besonders in Canada und in dem Staate New York aufgeschlossen und von Hall studiert worden. Die in Canada von Dawson dem Silur zugerechnete Flora scheint aber dem Devon angehörig zu sein und wird dort ihre Besprechung finden.

Auch hier müssen wir zunächst einer Reihe von Körpern Erwähnung thun, welche als pflanzliche Reste betrachtet worden sind, ohne dass die Gewähr für die Richtigkeit gegeben ist (*Pseudophyten*). Im ganzen Silur finden sich an nicht wenigen Orten, zuweilen in grosser Menge, Gebilde, welche ca. 1 cm breite Bänder darstellen.

Sie werden von einer breiteren oder schmaleren Längsfurche durchzogen und zerfallen auf diese Weise in zwei Teile, die an den äusseren Rändern mit schief nach hinten gerichteten, feinen Fältelungen und entsprechenden Linien versehen sind. Man hat diese Objekte zu den Algen gezählt und sie *Crossochorda* genannt. Diese und die vorhin besprochene *Cruziana*, welche ebenfalls im Silur nicht selten ist, setzen oft ganze Bänke zusammen und werden unter dem Namen *Bilobiten* zusammengefasst. Ueberall, wo sie vorkommen, gesellen sich noch fächerförmige, langgestreifte Abdrücke hinzu, die zuweilen senkrecht die Schichten durchsetzen; man hat sie *Vexillum* genannt und mehrere Arten aus Nordamerika, Venezuela, der Sierra Guadarama, Frankreich u. s. w. beschrieben. Alle diese Bildungen werden nicht für pflanzliche Reste angesehen, sondern für zufällige Figurationen gehalten. *Crossochorda* hat Nathorst dadurch erhalten, dass er die Fährten des Krebses *Corophium longicornu* mit Gips ausgoss. Aus Böhmens Silur von Srbsko und Hostin sind eine grosse Zahl von Algenresten beschrieben und für die ältesten Pflanzenreste überhaupt erklärt worden. Man hat zwar sogar *Florideen* zu erkennen geglaubt (*Hostinella*), doch zeigen alle diese Dinge eine so kümmerliche Charakteristik, dass es in hohem Grade zweifelhaft ist, ob organische Fragmente vorliegen. Die in dem zum Obersilur gehörigen Medinasandsteine des atlantischen Silur von Nordamerika vorkommende Alge *Dictyolithes Beckii* wurde als der Abguss von Sprungfiguren erkannt, welche dann entstehen, wenn benetzte Thonflächen eintrocknen. Auch die längere Zeit für *Gymnospermen*früchte oder *Lycopodiaceen*sporangien und auch für *Algen*fruktifikationen angesehenen kugeligen Körper, welche als *Pachytheca* aus den Llandovery- und Ludlowschichten, dann auch aus dem Devon Nordamerikas beschrieben worden sind, dürften kaum als das betrachtet werden, wofür sie gehalten worden sind. Graf zu Solms-Laubach spricht den hohlen Körpern, die eine excentrische, strahlige Rinde besitzen, überhaupt die organische Natur ab.

Sehr grosses Aufsehen erregte die Mitteilung, dass in den Dachschiefern von Angers, die durch *Calymene Tristani* als zum Untersilur gehörig charakterisiert wurden, ein Farn gefunden wurde, der von Saporta den Namen *Eopteris Morrieri* erhielt. Durch sein Erscheinen wurde das erste Auftreten von Landpflanzen in eine sehr frühe Epoche verlegt. Jetzt ist mit Sicherheit erkannt worden, dass dieser Farn nur eine dendritische Zeichnung von Schwefelkies ist, wobei die scheinbare Spindel den Infiltrationskanal ausmachte.

Schon Nathorst hat ausdrücklich erklärt, dass er keineswegs die Anwesenheit fossiler Algen leugnet und auch Graf zu Solms hat darauf hingewiesen, dass man mit der Deutung derselben als Spuren leicht zu weit gehen könne. Der letztere betonte namentlich, dass Spuren nur dann vorlägen, falls der betreffende Körper mit dem Gesteine der Deckplatte in festem Zusammenhange stände. Wenn sich aber der Körper ringsum aus dem Gesteine lösen lässt, so kann füglich von dem Ausgusse einer Spur keine Rede sein. Zu solchen Körpern, die auf der Oberseite frei über das Gestein ragen, gehört

ein eigentümliches Fossil, welches, in ausserordentlicher Massenhaftigkeit ein Haufwerk von vielen Schichten übereinander bildend, die Bänke des Medinasandsteines erfüllt. Man hat den Körper *Arthrophycus Harlanii* genannt, der *Bilobites* ähnliche Gestalt hat und aus parallelseitigen breiteren Bändern besteht, die von Querfurchen skulpturiert sind. Sie teilen sich an der Spitze dichotom und zeigen hier und da spindelförmige, dicke Auftreibungen, in denen man Fruktifikationen vermutet.

Wenn über diesen Körper noch immerhin eine Unsicherheit bestehen muss, ob er zur Pflanzenwelt zu zählen ist, so kann über die pflanzliche Struktur derjenigen Reste, welche als *Nematophycus Hicksii* aus dem Upper Llandovery von Wales kein Zweifel sein, und wir würden in ihnen die ältesten wohl charakterisierten Ueberbleibsel pflanzlicher Wesen erkennen. Es sind kleine, verkieselte braune oder schwarze Bruchstücke, die im Muttergesteine eingeschlossen sind; in Dünnschliffen auf dem Querschnitte zeigen sie Zelllumina, die durch Wandungen von beträchtlicher Dicke getrennt sind. Diese Fragmente erinnern in der Struktur an die Bilder, welche man von den Querschnitten grosser Algenstämme erhält. An sie reiht sich die Gattung *Sphenothallus* (mit *S. lati-* und *angustifolius*) aus den untersilurischen Uticaschiefern von New York höchst wahrscheinlich an, die Nathorst selbst zu den Algen rechnet.

Wenn nun in dem Obersilur von Frankreich Insektenreste (*Palaeoblattina*), aus dem Silur von Gotland ein Skorpion (*Palaeophonus nuncius*) bekannt gemacht worden sind, so werden wir die Vermutung nicht unterdrücken können, dass schon in diesen alten Schichtenfolgen Landpflanzen nicht gefehlt haben können, und dass unsere Kenntnisse von der damaligen Vegetation noch spärlich genug ist.

C. Die devonische Formation.

Wie die Gliederung der beiden vorhergehenden Formationen durch englische Forscher nach den in ihrem Vaterlande sich darbietenden Verhältnissen geschah, so versuchten auch Engländer zuerst die dritte Formation nach den heimischen Vorkommnissen in einzelne Abteilungen zu sondern, obschon sie in anderen Gegenden der Erde mit einer viel umfangreicheren und mannigfaltigeren Ausbildung vorkommt. Von der Landschaft Devon, die unmittelbar an Cornwall, die Südwestecke der grossbritannischen Insel, anstösst, entlehnte man ihren Namen. Sie wird aus einer im ganzen wohl über 6000 m mächtigen Schichtenfolge von Grauwacken, Schiefern und Kalken zusammengesetzt und ist neben England besonders im rheinischen Schiefergebirge, im Harz, in Schlesien, Böhmen, Frankreich, Spanien und Portugal entwickelt. In Russland nimmt sie Räume von mehreren tausend Quadratmeilen ein und kann weit nach Sibirien und China verfolgt werden. Auch in Nordamerika tritt sie in weiten Territorien auf.

Während sich die Fauna gleich der silurischen schon hoch diffe-

renziert erweist, ja noch formenreicher auftritt als dort, muss die Flora immer noch ärmlich genannt werden.

Bei uns in Deutschland finden sich devonische Pflanzenreste besonders im Harzgebiete. Sie liegen dort in einer Schichtenfolge, welche mit dem Namen des Hercyn belegt worden ist und aus zwei Etagen besteht: der Tanner Grauwacke und den Wiedener Schiefern. Man hat diese Gruppen lange Zeit für silurisch gehalten, gegenwärtig werden sie aber in das Devon eingezogen. Aus beiden Etagen erhielt man vegetabilische Reste; sie lagen in einer feinkörnigen Grauwacke, die nach oben hin plattig absondert; die untere gab nur solche, während in der oberen auch reichlich marine tierische Versteinerungen echt devonischen Charakters gefunden wurden. Die bis jetzt als die ältesten, sicher bestimmten Pflanzen Deutschlands anzusehenden Formen sind folgende: *Knorria cervicornis, K. confluens, K. Selloi, Lepidodendron Jaschei, Cyclostigma hercynicum* und *Archaeocalamites radiatus*[1]) (Fig. 82 *A, B*). Die *Knorrien* herrschen bei weitem vor; sie sind, wie wir oben (S. 201) auseinandergesetzt haben, besondere Erhaltungszustände von *Lepidodendron*stämmen, denen die Rinde entführt worden ist. *Cyclostigma* stellt dagegen *Stigmaria* ähnliche Objekte dar, welche auf der glatten oder gerunzelten Rinde spiral gestellte, kleine, kreisrunde Närbchen tragen. Eine ganz besondere Bedeutung kommt dem *Archaeocalamites radiatus* zu, der vor den übrigen *Calamitaceae* durch die fortlaufenden, nicht von Glied zu Glied wechselnden Riefensysteme kenntlich ist.

Schichten gleichen Alters oder wenig jüngere liegen jedenfalls in den Grauwacken von Kunzendorf in Schlesien vor, welche *Lepidodendron Veltheimianum* und *Archaeocalamites radiatus* gewährten. Dagegen müssen die Cypridinenschiefer von Saalfeld für jünger angesehen werden. In ihnen fand man *Lepidodendron nothum* und *L. Richteri*, sowie die ersten Farnblätter, z. B. *Sphenopteris devonica* und *S. petiolata*. Den gleichen Horizont mit diesen nehmen die Grauwacken der Vogesen und des Schwarzwaldes ein, die bei Thann, Bischweiler und Burbach, sowie jenseits des Rheines bei Todnau, Badenweiler auftreten. In Frankreich kann man dieselbe Formation im Boulonnais verfolgen. Sie umschliessen *Archaeocalamites radiatus, Lepidodendron Veltheimianum* (Fig. 85 *E*), *Knorria imbricata* und *K. acicularis* sowie *Stigmaria ficoides* (Fig. 86 *F*). Von Farnen sei *Cardiopteris polymorpha* erwähnt. Auch hier ist in beiden Lokalitäten der *Archaeocalamites* sehr häufig und bildet mit den *Knorrien* die Hauptmasse der Fossilien.

In neuester Zeit sind aus deutschen Devonablagerungen noch einige interessante Pflanzenfunde bekannt gemacht worden, die hier eine kurze Erwähnung finden sollen. Schon bei der Besprechung des Silur wurde angedeutet, dass man *Receptaculites* als Alge ansehen will; im Perm sind *Gyroporellen* und *Diploporen* aus der Reihe der *Siphoneen* bekannt gemacht worden. Zwischen diesen Schichten war nun in dem Vorkommen von Algenarten eine grosse Kluft, die

[1]) Er führt auch die Namen *Bornia radiata, Calamites transitionis.*

durch das Auffinden der Gattung *Sycidium* aus dem Mitteldevon der Eifel überbrückt erscheint.

Ein sehr interessanter Fund wäre, wenn sich die Bestimmung bewahrheiten sollte, in jenem Reste aus den Orthocerenschiefern von Mühlberg im Rupbachthale gemacht worden, der für ein *Lycopodium* gehalten wurde. Dieses Objekt, *Lycopodites myrsinitoides* genannt, soll im Habitus an *L. funiforme* erinnern, die Blättchen sollen denen von *L. myrsinites* auffallend ähnlich sehen.

Gehen wir nun zu den ausserdeutschen Gebieten über, so soll zuerst aus Irland ein wichtiges Gebiet der oberdevonischen Flora genannt werden: im Südwesten der Insel nahe bei Ballyhale liegt ein Ort Kiltorkan, bei welchem in einem gelben, sehr feinkörnigen Sandsteine schwarze, sehr gut erhaltene und sich prächtig abhebende Pflanzenreste gefunden werden. Sie liegen dem Oldred Sandstone, jener eigentümlichen Facies des Devon in England auf, der sich durch seinen Reichtum an Fischen und die Armut an Cephalopoden, Trilobiten und Korallen auszeichnet. Indem sich aber die Schichten unter dem Bergkalke befinden, müssen sie dem Devon zugezählt werden und bilden jene interessante Grenzzone, die wir unter dem Namen der Ursastufe sogleich weiter besprechen werden. Mit Schuppen von Ganoidfischen und Anodonta-ähnlichen Bivalven kommen hier echte Devonpflanzen vor, von denen *Cyclostigma kiltorkense* und der Farn *Palaeopteris hibernica* erwähnt sein sollen. Der letztere erscheint in Wedeln, die bis 0,6 m Durchmesser erreichen und dimorphe Fiedern an einer und derselben Spindel zeigen. Auf den fertilen Blattabschnitten hat man einzelne, selten gepaarte ringlose Sporangien gesehen; an den Spindelbasen fand man Stipeln, so dass dieser Farn zu den Marattiaceen zu stellen wäre.

Im Norden von Skandinavien, etwa in der Mitte der Verbindungslinie zwischen dem europäischen Nordkap und dem Südkap von Spitzbergen, liegt ein kleines, steriles Felseneiland, die Bäreninsel, welche durch die Untersuchungen Heer's eine erhebliche Wichtigkeit gewonnen hat. Ein Kohlenlager wird aus zusammengepressten, bandartigen Stämmen von *Knorrien, Lepidodendren* und *Calamitaceen* gebildet, deren äussere Struktur zuweilen noch deutlich zu erkennen ist. In Lettenbändern zwischen den Flötzen finden sich die pflanzlichen Reste mit guter Erhaltung eingeschlossen, doch werden sie auch in grauschwarzen Thonschiefern unter dem Kohlenlager und in eisenschüssigen Thonknollen, die in jenem eingebettet sind, gefunden. Sehr häufig ist wiederum *Archaeocalamites radiatus,* an dessen Knoten zuweilen noch die in schmale, lineale Zipfel geteilten Blätter gesehen werden; sonst kommen zum Teil grosse Stämme von *Lepidodendron Veltheimianum* (Fig. 85 *E*), *Knorria imbricata, Stigmaria ficoides* (Fig. 86 *E*) mit Appendices, *Lepidophyllum Roemerianum* (die Blätter eines *Lepidodendron*), *Cyclostigma kiltorkense* und *Palaeopteris Roemeriana* [1]) vor, welche der oben erwähnten

[1]) Derselbe Farn kommt auch in den Schichten des Spirifer Verneuili bei Moresnet in der Nähe von Aachen und bei Pottsville in Pennsylvanien vor.

typischen Art ähnlich ist; *Sphenopteris Schimperiana* ist ein zweiter gut erhaltener Farn.

Heer hat aus dieser Ablagerung eine besondere Zone gemacht, die er nach dem Namen der Bäreninsel Ursastufe nannte und die er selbst auf die Grenzgebiete zwischen Devon und Karbon verlegte. Wir wollen sie an dieser Stelle erledigen, zumal die Verbindung mit den Wiedener Schiefern eine sehr auffallende ist.

Wenn wir nun den Atlantischen Ozean überschreiten, so treffen wir nahe am 80 ⁰ n. Br. unfern von Grinnellland die Parryinseln, auf denen unterhalb des Kohlenkalkes Pflanzenreste gefunden worden sind. In den nur spärlichen und schlecht erhaltenen Fragmenten waren *Knorria acicularis* und Blattfetzen von *Palaeopteris* erkennbar.

Von der allergrössten Bedeutung nicht bloss für Nordamerika, sondern für die ganze Erde ist in phytopaläontologischer Hinsicht die Entwickelung des Devon in den nördlichen atlantischen Staaten und dem benachbarten Dominion of Canada. Es begleitet zunächst die silurischen Gesteine in der Form eines schmalen Bandes von den Alleghanies an, breitet sich aber nach Norden hin weiter aus und nimmt in Canada weite Flächen ein. Die unterste Etage dieser bis 1600 m mächtigen Schichtenfolge führt den Namen untere Helderberggruppe, aus der zuerst ein Fossil beschrieben worden ist, das dann in den etwas höheren Lagen bei Gaspé ganze Schieferbänke dicht erfüllt. Man hat die Gattung *Psilophyton* lange Zeit für die älteste der Landpflanzen angesehen. Dawson, dem man die Kenntnis der reichen Flora dieser Gebiete verdankt, zählte die untere Helderberggruppe noch zum Silur; nach der Ansicht von Weiss aber, der wir hier folgen, dürfte sie dem Unterdevon oder Hercyn des Harzes parallel zu stellen sein. Viele Reste der Gattung *Psilophyton* sind höchst fragliche Gebilde mit unsicheren Charakteren, die deshalb mit Wurzeln oder Algen und unter anderem auch mit dem *Eophyton* verglichen worden sind. Besser charakterisiert ist *P. princeps,* das sich in besonderer Häufigkeit in der Hamilton- und Chemunggruppe von Canada findet. Die kriechenden, wagerechten Rhizome durchziehen gewisse Thonschichten in grosser Menge, in ihrer Tracht und ihrem Wesen an die *Stigmarien* erinnernd. In Verbindung mit ihnen hat Dawson 60—80 cm hohe, senkrecht sich erhebende Stengelgebilde gesehen, die sich reichlich mono-, meist aber sympodial verzweigen und an ihren Enden spiralig eingerollt sind. An ihnen befinden sich rechtwinklig abstehende, stachelartige, dünne Fortsätze, die als Blätter gedeutet worden sind. Nach dem Abfall hinterlassen sie circuläre Narben. Als Fruktifikation werden lanzettliche, gruppenweise an dünnen Aestchen sitzende Körperchen angesehen, die klappig aufspringen sollen.

Ob dieselben aber hieher gehören, ist ebenso unsicher als die Ansicht, dass *Psilophyton* eine Pflanze sei, die zu den *Psilotaceen* gerechnet werden müsse.

In der oberen Helderberggruppe des mittleren Devon hat man auf Grund des Vorkommens eigenartiger, hahnenschweifähnlicher

Gebilde eine besondere Etage, den *Cauda galli*-Sandstein, ausgesondert, der in New York, Ohio und Pennsylvanien entwickelt ist. Das *Spirophyton Cauda galli*, nach dem sie benannt wurde, ist an einigen Orten so häufig, dass es auf jeder Kluftfläche gefunden wird. Den neueren Ansichten zufolge wird dieser Körper ebenso wie der *Alectorurus cincinnaticus* aus den Cincinnati-Sandsteinen nicht mehr zu den *Algen* gezählt, sondern für die Spur geschleifter Flächen gehalten.

Die schon oben erwähnten Chemungschichten haben noch andere pseudophytische Reste geliefert; von der Gattung *Dictyophyton*, welche gestielte Becher darstellt, an denen man deutlich ein teilweise kielartig vorspringendes Maschenwerk erkennt, hat man allein 9 Arten beschrieben. Die mikroskopische Untersuchung hat gezeigt, dass man es mit Schwämmen aus der Gruppe der Hexactinelliden zu thun hat; das gleiche gilt für die Gattung *Cyathophycus*.

In dem mittleren Devon von Gaspé (New Brunswick) bei Little Cape Oiseau, nahe der Mündung des Lorenzstromes, fand sich ein Fossil in dicken, mächtigen Stämmen bis zu 1 m Durchmesser, der *Prototaxites Logani*, welcher, wie der Name sagt, seiner anatomischen Struktur wegen als ein sehr altes Coniferenholz angesehen wurde. Es erscheint aus weiten, hin und her gebogenen Röhren mit dicker Wandung zusammengesetzt und ist wohl mit voller Sicherheit als ein mächtiger *Algen*stamm gedeutet worden, der zu dem silurischen *Nematophycus Hicksii* ein Gegenstück bildet. Mit ihm zusammen tritt ein anderer Stamm im Abdruck auf, dessen gestreifte und gefurchte Rinde mit unregelmässig wirtelig gestellten Narben bedeckt ist; sind die Körper, welche die Narben hinterlassen haben, erhalten, so stellen sie senkrecht gerichtete, dornenartige Appendices dar.

Ebenfalls im mittleren und auch im oberen Devon der Hamiltess- und Chemunggruppe erscheinen nun in Amerika auch Hölzer mit der bekannten *Araucarien*holzstruktur, welche spiralgereihte Hoftüpfel auf den Radialwänden der Tracheiden aufweist. Nach den oben mitgeteilten Erfahrungen wissen wir, dass diese Besonderheit den *Cordaiten*hölzern ebenfalls zukommt, und so werden wir nicht fehl gehen, dass das *Dadoxylon Ouandongianum* und seine Verwandten *D. Hallii* und *D. Newberryi* Cordaitenreste seien. In den ersten von diesen fand sich auch das charakteristische, geringelte Mark, das man *Artisia* genannt hat. Dazu stimmt vortrefflich, dass in den gleichen Horizonten die ersten Blätter dieser Pflanzengruppe, des *Cordaites Robbii* (Fig. 90 *B*), die von einem sehr gleichmässig dicken Nerven durchzogen sind, auftreten; sie erinnern in der Tracht an den in dem Karbon verbreiteten *C. borassifolius*, bei dem aber stärkere und schwächere Nerven wechseln. Da nun das Vorkommen dieser Pflanzengruppe mit zweifelloser Sicherheit konstatiert ist, so kann es nicht überraschen, wenn man in *Samaropsis cornuta* auch die Früchte aufgefunden hat. Mit den *Cordaiten* erscheinen nun auch die *Farne*, von denen die Gattungen *Archaeopteris* (*A. Jacksonii*), *Cyclopteris* (*C. varia*), *Megalopteris* (*M. Dawsonii*), *Sphenopteris* (*S. marginata*, *S. Hartii* u. s. w.) gefunden worden sind.

In den obersten Schichten des Devon von Neu-Braunschweig bei Bloomsbury begegnen uns endlich wieder die bekannten *Archaeocalamites radiatus*, der zuweilen ganze Felslager dicht erfüllt, und *Stigmaria ficoides*; dazu gesellen sich aber *Calamites canniformis*, *Asterophyllites longifolius* und endlich *Pecopteris discrepans*, welche der aus dem Kulm bekannten *P. lonchitica* sehr nahe steht. Wir erhalten dadurch den Eindruck, als ob diese Schichten schon über die Ursastufe hinaus in das Unterkarbon hinübergreifen, so dass in dieser ausserordentlich mächtigen Ablagerung, die in den tieferen Lagen der Mehrzahl nach echte Devonpflanzen aufweist, ein Uebergang in die folgende Formation vorliegt.

Nach den immer noch sehr spärlich zufliessenden Erkenntnissen aus Südafrika wissen wir, dass auch dort das Devon entwickelt ist. Die Kapformation umschliesst in den Bokkeveldschichten eine marine Facies; Pflanzeneinschlüsse sind, wie es scheint, noch nicht nachgewiesen worden, dürften in der Zukunft aber zu erwarten sein.

Dagegen sind Süsswasserablagerungen und pflanzenführende Schichten in Australien an mehreren Stellen gefunden worden. So enthalten die weichen Fingalschiefer auf Tasmanien dünnschalige Bivalven, die man Anodonta Gouldii genannt hat, obgleich die Gattung in sicher bestimmbaren Arten vor der Kreide nicht bekannt ist. Am Iguana Creek in Victoria sind *Archaeopteris Howittii, Sphenopteris Iguanensis, Cordaites australis* gesammelt worden; die Gunu-Gunuschichten von New-South-Wales enthalten ein *Lepidodendron*, das mit *L. nothum* aus Saalfeld und Kanada identifiziert wurde; derselbe Rest findet sich auch in der Drummondrange von Queensland, wo es am Mount Wyatt mit *Archaeocalamites radiatus, Lepidodendron Veltheimianum* und *Cyclostigma* vergesellschaftet auftritt.

Ziehen wir nun einen Schluss aus diesen Thatsachen, so können wir zunächst feststellen, dass der Charakter der Devonflora ein überaus ähnlicher über die ganze Erde gewesen sein muss. Wir finden, dass eine Reihe von Formen an fast allen Stellen erscheint, an denen die Devonflora bekannt geworden ist: dies sind vor allen Dingen *Archaeocalamites radiatus* (Fig. 82 *A*, *B*) und *Lepidodendron Veltheimianum,* sowie *L. nothum*, die nicht bloss der gesamten nördlichen Hemisphäre bis 80° n. Br., sondern auch der südlichen Hälfte der Erde gemeinsam sind. Auch die Gattungen *Cyclostigma* und *Archaeopteris* sind ähnlich, wenn auch nicht ganz so weit verbreitet. Nordamerika und Europa kommt vor allem noch die Gattung *Palaeopteris* zu, deren schon hoch differenzierte, in fertile und sterile Blattabschnitte gesonderte Wedel nach den gegenwärtigen Anschauungen über die Entwicklung der Pflanzen einfachere Gestalten als Vorgänger voraussetzen lassen, die bis jetzt nicht gefunden sind.

Wenn man nun auch an die Bestimmungen der betreffenden Objekte nicht das Mass von Genauigkeit setzen kann, welches für lebende Pflanzen beansprucht werden muss, weil schon der verschiedene Erhaltungszustand ein und desselben Körpers zwiefach benannt worden sein kann, da ein und dieselbe Art (wie bei den *Knorrien*

und *Cyclostigmen*) vielleicht zu verschiedenen Species gehören kann, und weil fernerhin die zur Charakteristik dienenden Fragmente oft genug kein vollständiges Bild der Pflanze gewähren, so kann man doch aus den übereinstimmenden Merkmalen des Baues dieser Körper schliessen, dass die äusseren Lebensbedingungen von den mittleren südlichen Breiten bis zum hohen Norden ausserordentlich gleichförmige gewesen sind.

Wir wurden nicht bloss bei der Besprechung der Ursastufe, sondern auch bei derjenigen der devonischen Formation von Canada in Zonen eingeführt, welche auf der Grenze des Devon und Karbon sich befanden und wohl zweifellos auch schon in Etagen geleitet, die bereits dem Karbon selbst angehören. Wir können schon jetzt aus dieser Erfahrung den Schluss ziehen, der durch die weiteren Besprechungen noch bekräftigt werden wird, dass zwischen diesen beiden Perioden nicht diejenige scharfe Grenze besteht, welche sich auf Grund der Gliederung nach tierischen Resten den Geologen offenbart hat. Vorgreifend wollen wir gleich hier anführen, dass sich ein ganz ähnlicher Uebergang auch von dem Karbon nach dem Perm offenbaren wird. In phytopaläontologischem Sinne bilden Devon, Karbon und Perm eine eng zusammengehörige Gruppe, und nach den Pflanzeneinschlüssen würde jene scharfe Dreiteilung kaum gerechtfertigt erscheinen.

D. Die Karbonformation.

Diese Formation ist in doppelter Hinsicht von einer Bedeutung, welche alle vorhergehenden um das Vielfache übertrifft. Einmal liegt in ihr eine Entwicklung der Pflanzenwelt sowohl rücksichtlich der Menge der Formen als bezüglich der Fülle der Individuen vor, wie sie nur noch im Tertiär gefunden wird und zweitens umschliesst sie die Steinkohle, welche als das wichtigste Brennmaterial der alleinige Faktor unserer heutigen Industrie und somit der gegenwärtigen Zivilisation der Menschen ist.

Diese Formation, welche in manchen Gebieten eine Mächtigkeit von 4000 m erreicht, hat ihre Benennung aus jener Zeit bewahrt, da man noch in dem Irrtume befangen war, dass bestimmte Gesteinsvorkommen allein an bestimmte Horizonte gebunden seien. Längst hat man nun zwar erkannt, dass Kohlen und teilweise von ganz gleicher physikalischer Beschaffenheit wie die für unsere Formation charakteristische Steinkohle auch anderen Horizonten des sedimentären Gebirges nicht fremd sind; trotzdem hat man aber den Namen als zweckmässig beibehalten, da gerade in ihr die Kohle eine niemals wieder erreichte Bedeutung als Gebirge hat.

Sie wird aus recht mannigfaltigen Gesteinen zusammengesetzt, indem in ihr Kalke, Grauwacken, Sandsteine, grobe Konglomerate, Thonschiefer und Schieferthone, sowie Kohlenflötze miteinander wechseln. Dort aber, wo die eigentlichen Kohlenlager auftreten, zeigt sie in ihrer ganzen Verbreitung eine geradezu überraschende Ein-

förmigkeit. Die Ausdehnung solcher Gebirge [1]) ist aber eine ungeheuere. Sie tritt in allen Weltteilen und in den verschiedensten Breiten auf. Wir finden ihre Spuren in dem polar-amerikanischen Archipel und nicht unbedeutende Felder in Grönland; sie begegnet uns in Nowaja-Semlja, im nördlichen Sibirien und kann über ganz Europa, das mittlere Nordamerika und Asien verfolgt werden bis nach Südafrika und Australien. Merkwürdig arm daran scheint das übrige Afrika zu sein, und auch in Indien sind wenigstens die Steinkohlen führenden Schichten nicht entwickelt. In Südamerika ist sie dagegen an mehreren Stellen schon heute aufgedeckt.

Die Karbonformation gliedert sich nach dem Gesteinscharakter und den in ihren Schichten enthaltenen Einschlüssen in 2 Teile: das Unter- und Oberkarbon, von denen das letztere auch den Namen des produktiven Kohlengebirges führt. Sie werden beide getrennt durch einen zuweilen bis 500 m mächtigen Gesteinskomplex von groben Sandsteinen und Konglomeraten, die meist gar keine Fossilien enthalten. Er führt bei uns den Namen flötzleerer Sandstein, in England und Amerika mill-stone grit (Mühlsteinsandstein).

α. Das Unterkarbon.

Das Unterkarbon erscheint in einer doppelten Facies. Einmal nämlich entstanden seine Sedimente auf dem Grunde des offenen Ozeanes, so dass seine Einschlüsse durchaus den Charakter einer Tiefseefauna tragen, zu denen sich nur äusserst selten Einspülungen von Resten einer Land- oder Süsswasserflora gesellen. Die Gesteine, welche jene Fauna einschliessen, sind in einer ausserordentlichen Gleichförmigkeit über die ganze Erde Kalke, so dass die dort entstandene Schichtenfolge den Namen Bergkalk erhalten hat.

Die zweite Ausbildung dokumentiert eine Strandflora, die an einzelnen Orten deutliche Brackwassermuscheln enthält. Kein Tier ist in ihnen so häufig wie der Zweischaler *Posidonomya Becheri*, welcher zuweilen ganze Schieferbänke erfüllt, die Posidonomyenschiefer (sie werden auch abgekürzt Posidonienschiefer genannt).

Da nun dieselbe Muschel auch in dem Bergkalke auftritt, so ist klar erwiesen, dass der Bergkalk und diese Strandbildung gleichen Alters sind. In letzterer erscheinen die Pflanzen in grossen Mengen, so zuweilen, dass sie bauwürdige Flötze bilden. In England liegen in ihr aber jene schmalen Schmitze und unreinen Flötze, welche dort als culm measures bezeichnet werden, und nach diesen hat man die Facies mit dem Namen Kulm belegt.

In Deutschland tritt der Kulm mit Pflanzenresten zunächst fast überall an den Orten auf, in denen wir das Devon nachgewiesen haben. Wie schon oben bemerkt, ist der Uebergang so allmählich, dass eine Scheidung schwer, zuweilen unmöglich wird. Eine Sicherheit kann nur dann gewonnen werden, wenn die Posidonienschiefer

[1]) Unter Gebirgen versteht die geologische Kunstsprache nicht bloss hohe Terrainwellen, sondern jedes Gestein auch in ebenen Gegenden.

sich einstellen, oder wenn marine Kohlenkalke mit dem charakteristischen *Productus giganteus* auftreten. Wo dieses Leitfossil fehlt, sind die Meinungen heute noch geteilt, ob die Schichten zum Devon oder Kulm gerechnet werden sollen. Namentlich ist zunächst der Harz zu erwähnen, der in der Gegend von Clausthal *Archaeocalamites radiatus, Lepidodendron Veltheimianum* und *Knorria imbricata* in culmischen Schichten gewährt hat. Ein gleiches gilt von Niederschlesien. In Oberschlesien trägt aber diese Unterabteilung des Karbon einen sehr ausgeprägten Charakter. Sie lehnt sich hier an das Devon von Zuckmantel-Sternberg an und kann von Oberschlesien aus durch Oesterreich-Schlesien und Mähren bis in die Gegend von Brünn verfolgt werden, einen Flächenraum von mehr als 100 Quadratmeilen einnehmend. An dem Südostende des oberschlesischen Beckens ist echter Kohlenkalk mit dem oben erwähnten Leitfossil bekannt geworden, während die Posidonomya eine weitere Verbreitung besitzt. Diese mährischen Dachschiefer haben neben den schon oft wiederholten pflanzlichen Leitfossilien des Kulm und Devon eine grosse Menge von Farnen, zum Teil in so vortrefflicher Erhaltung geliefert, dass sie auf Grund der Sporangiencharaktere mit den lebenden Gattungen verglichen und in das natürliche System eingereiht werden konnten. Besonders wichtig wurden diese Beobachtungen wegen der endlichen Festlegung ihrer Natur als Farne für die Gattung *Noeggerathia*, die bisher zu den Cycadaceae gezählt wurde; man hat sie mit den Ophioglossaceae in Parallele gestellt, obgleich diese Zusammenstellung noch einiger Begründung bedarf. Auch die Gattungen *Rhacopteris*, *Calymmatotheca*, *Diplotmema* konnten genauer charakterisiert werden; die letzten beiden wurden aus den nach habituellen Merkmalen aufgestellten Sammelgattungen *Sphenopteris* und *Pecopteris* ausgeschieden. In *Thyrsopteris schistorum* vermutet man hier einen sehr frühen Vertreter einer Gattung, die uns im Jura vielfach begegnen wird. Ob diese Arten freilich zu der heute nur auf Juan Fernandez in einer Art *Th. elegans* vorkommenden Gattung gehören, ist noch nicht zweifellos festgestellt; auch der Name *Todea Lipoldii*, eine an gewisse *Davallia*arten in der Tracht erinnernde Form weist auf eine heute noch existierende Gattung hin. Von Bedeutung ist ferner die erste Erwähnung von *Sphenophyllum*, doch sind auch diese Objekte noch fraglich und in der neueren Zeit für Blätter von Calamitaceae gehalten worden.

In Sachsen gehört die Mulde von Hainichen und Ebersdorf bei Chemnitz ebenfalls dem Kulm an, wie durch *Archaeocalamites radiatus, Lepidodendron Veltheimianum, Stigmaria inaequalis, Sphenopteris distans* und *S. Beyrichiana*, *Cardiopteris frondosa*, *C. polymorpha* und *C. Hochstetteri, Rhacopteris flabellata, Adiantites tenuifolia, Neuropteris antecedens* und *Senftenbergia aspera* wohl genügend dargethan wird. Geinitz hat diese Zone des sächsischen Kohlengebietes als die der *Lycopodiaceae* bezeichnet.

Der Thüringer Wald besitzt in den tektonischen Schiefern von Wurzbach eine dem Kulm äquivalente Schichtenzone, in welcher die Pseudophyten *Palaeochorda marina* und *P. spiralis, Chondrites succu-*

lenta und *C. Goeppertiana, Bytotrephis Goeppertii* vorkommen, auf deren Natur wir jetzt nicht ferner einzugehen nötig haben; ausserdem aber sind dort auch *Archaeocalamites radiatus, Cardiopteris dissecta, C. Hochstetteri* und *Noeggerathia Rueckeriana* beobachtet worden. Wahrscheinlich mit dem Kulm des Harzes in Verbindung stehend, erstreckt sich diese Strandbildung mit Posidonomya Becheri bis nach Westdeutschland, wo sie namentlich bei Dillenburg in der Provinz Hessen-Nassau bekannt ist. Pflanzenreste scheinen hier aber nur spärlich vorzukommen. Endlich muss an dieser Stelle noch erwähnt werden, dass vielfach die von uns nach HEERS Vorgange zum Devon gerechneten Vogesenschichten von mehreren Autoren dem Kulm angeschlossen werden.

In England ist, wie wir oben schon gesehen haben, das Unterkarbon vielfach entwickelt; besonders versteinerungsführend erscheint der Kulm in Schottland, wo im Bergkalke häufig Sandsteine mit Kohlenschiefer zu Bourdie House bei Edinburg wechseln. Die letzteren enthalten *Palaeopteris hibernica* neben jüngeren *Calamiten* und *Lepidodendren*; in Devonshire besonders wird der Bergkalk durch Kulm mit Posidonomya Becheri vertreten.

Ein ungeheures Gebiet, vielleicht den dritten Teil des ganzen Landes, nimmt die Karbonformation im europäischen Russland ein. Sie füllt ein flaches Becken aus, dessen Grund von mächtigen Ablagerungen des marinen Kohlenkalkes gebildet wird. An dem Rande desselben tritt er in einer Linie zu Tage, die von der Tscheskajabucht und dem Weissen Meere, beide durch die Halbinsel Kanin voneinander geschieden, bis in die Gegend südlich von Moskau reicht. Die östliche Grenze dieses Beckens geht über den Ural hinaus, wo in der Gegend von Irbit noch Kohlenlager gefunden werden. Die dort beobachteten Pflanzenreste sind fast durchgehends unterkarbonische Formen, z. B. *Lepidodendren,* welche dem *L. Veltheimianum* ähnlich sind, *Ulodendron commutatum,* welches mit *L. Veltheimianum* in den Narbenspuren soweit übereinstimmt, dass man es damit vereinigt hat; es unterscheidet sich nur durch das Auftreten von zweireihig geordneten, grossen, schüsselförmigen Narben zwischen den kleinen; *Sphenopteris rutifolia* wird mit der *Todea Lipoldii* aus dem mährischen Kulm verglichen, und *Aneimites nana* ist am nächsten mit *Cyclopteris acadica* verwandt, die neuerdings mit jener in eine Gattung gebracht wird. Allerdings finden sich mit diesen auch zwei Gestalten aus höheren Lagen vergesellschaftet, nämlich *Sphenopteris Schlotheimii* und *Neuropteris heterophylla,* die beide für das produktive Kohlengebirge als leitend angesehen werden.

Auch eine Reihe der in Zentralrussland ausgebeuteten Kohlengruben gehört zweifelsohne dem Unterkarbon an, wie besonders durch die bei Moskau vorkommenden *Lepidodendron tenerrimum, L. undatum, L. Olivieri* und endlich *L. Veltheimianum* mit *Stigmarien* dargethan wird. Auch die bekannten, feinblättrigen, braunen Kohlen von Malowka und Tawarkowa, deren Lamellchen so zart sind, dass sie durch den Wind weggeblasen werden können, gehören hieher. Sie sind Cuticularfetzen von *Bothrodendron punctatum.*

Inwieweit diese Abteilung des Unterkarbons sich nach Sibirien und weiter durch Asien erstreckt, ist bis jetzt im Zusammenhange nicht nachgewiesen worden; so viel steht aber fest, dass am mittleren Jenissei *Archaeocalamites radiatus* ebensogut wie in der nordwestlichen Mandschurei gefunden worden ist; während dort *Lepidodendron Veltheimianum* in Massen auftritt, ist es in der Mandschurei nicht bekannt geworden, dagegen hat man in dieser *Cardiopteris frondosa* gefunden, die wir aus dem Kulm von Sachsen kennen gelernt haben.

Gehen wir nun von Europa über Spitzbergen nach Amerika, so finden wir auf jener Insel marinen Kohlenkalk entwickelt, den Heer mit seiner Ursastufe in Parallele stellt. Ueber demselben zeigen sich sowohl am Eisfjord wie am Bellsund Kohlenschiefer und Sandstein, welche *Archaeocalamites radiatus* und *Knorria imbricata* einschliessen.

Der nördlichste Punkt von Nordamerika, auf dem Unterkarbon bekannt geworden ist, begegnet uns auf der Melvilleinsel des polaren Archipels; hier kommt mit *Lepidodendron Veltheimianum* der Farn *Noeggerathia Mac Clintockii* vor, aus einem Genus, welches in dem Unterkarbon zuerst auftritt. Auch *Cordaiten* scheinen nicht zu fehlen, da man jene Früchte gefunden hat, die als *Cardiocarpus* bezeichnet sind und die jener Gruppe den *Gymnospermen* zugerechnet werden müssen.

In den Vereinigten Staaten und Canada, die sowohl Devon wie das produktive Kohlengebirge im grössten Massstabe entwickelt zeigen, fehlt auch Unterkarbon keineswegs; im Gegenteil erstreckt sich der Bergkalk, zum Teil jüngere Schichten unterteufend, in einer nirgendwo erreichten Dimension von den Apalachen bis zum Mississippi und darüber hinaus nach den Rocky Mountains. Er ist dann in die polaren Gegenden zu verfolgen und steht gewiss mit dem Vorkommen auf der Melvilleinsel in Verbindung. Unendlich mannigfach in seinen tierischen Einschlüssen, hat er Pflanzenreste hauptsächlich in Pennsylvanien und Canada gewährt. In dem ersterwähnten Staate sind die *Lepidodendren, Ulodendren, Knorrien* mit den europäischen vielfach spezifisch übereinstimmend; aus Kanada hat die Flora des Unterkarbon als wichtigste Pflanzen *Dadoxylon antiquum,* also einen *Cordaitenstamm, Lepidodendron corrugatum* und jene oben erwähnte *Aneimites acadica* ergeben.

Wie wir oben gesagt haben, dass bezüglich der Zugehörigkeit des Vogesensandsteins zum Devon oder Kulm die Meinungen noch heute geteilt sind, so hat dieser Zweifel in bei weitem höherem Masse Geltung für Südafrika und Australien, die geologisch so viel weniger erforscht sind. Etwa in dem Horizonte des Tafelbergsandsteins, der jetzt zum Unterkarbon gezählt wird, und vielleicht also gleichaltrig mit ihm, ist dort ein *Lepidodendren*-Sandstein gefunden worden. Dagegen ist der Avonsandstein von Victoria in Australien mit *Lepidodendron australe*, über den Iguana-Creekschichten gelegen, sicherer im Unterkarbon eingereiht worden. Ebenso gehören in diese Zone die Strond- und Port Stephensschichten, in denen *Archaeocala-*

mites radiatus, Lepidodendron Veltheimianum und *Rhacopteris*, die ganz sicher trotz der seitlichen Anheftung der Fiedern mit *Noeggerathia* verwandt ist, gefunden worden sind. Sie liegen über den oben beim Devon besprochenen Gunu-Gunuschichten. Bezüglich der Entfaltung des Unterkarbons in Queensland besteht aber gegenwärtig noch der oben angeregte Zweifel, indem die Ablagerung der Drummondkette von den einen Geologen zum Devon, von den anderen aber zum Unterkarbon gezählt werden; die letzteren erkennen nur in den Schichten am Mount Wyatt das Aequivalent des Devon, charakterisiert durch *Lepidodendron nothum*.

β. Das Oberkarbon, Permokarbon und Perm.

Wir haben zunächst zu erklären, warum wir in diesem zweiten Abschnitte weit über diejenigen Grenzen hinausgreifen, welche der Karbonformation von den Geologen der Gewohnheit nach gezogen sind und das Perm an dieser Stelle mit in die Besprechung einführen. Wiederholt haben wir darauf aufmerksam gemacht, dass die Scheidung von Devon und Kulm in vielen Fällen deshalb strittig ist, weil in der That die hauptsächlich verbreiteten pflanzlichen Fossilien von der einen in die andere Abteilung hinüberwandern. *Archaeocalamites radiatus, Lepidodendron Veltheimianum, Knorria imbricata* begegneten uns fast überall in beiden; wenn also nicht zufällig durch die Gegenwart von tierischen Einschlüssen eine schärfere Charakteristik gewährt wird, so können wir leicht im unklaren sein, ob die eine oder andere Formation vorliegt.

In ganz ähnlicher Weise verhält sich die Sache beim Oberkarbon und Perm. Wir sehen in Schichten, die sich ganz sicher wie echte Karbonglieder verhalten, Permpflanzen erscheinen, die nach oben hin eine immer mehr überwiegende Bedeutung erhalten, bis endlich die Kohlenpflanzen mehr und mehr eliminiert werden. Zudem liegen grosse und wichtige Kohlenfelder ganz sicher im Perm, und so wird ein Uebergang gebildet, der eine so scharfe Sonderung, wie sie die Hauptformationen unter sich verlangen, oft zur Unmöglichkeit macht. Damit soll aber natürlich nicht gesagt sein, dass die oberen Schichten des Perm nicht wohl abgegliedert wären und sich nicht deutlich von denen des produktiven Kohlengebirges abhöben.

Um nun eine klare stratographische Gliederung zu gewinnen, mit der wir die Schichten dieser Zone auf der Erde in Parallele setzen können, wollen wir die durch sehr sorgfältige Untersuchungen gut bekannte Entwickelung in Preussen zu Grunde legen.

Die unterste Zone des produktiven Kohlengebirges stellen die Schichtenkomplexe dar, welche als der Waldenburger Liegendzug (Waldenburger Schichten zum Teil) und als die Ostrauer Schichten in Nieder- und Oberschlesien bezeichnet werden. Sie stehen mit den mährischen Dachschiefern in einer so engen Verbindung, dass dieser Horizont von einzelnen Geologen geradezu als ein oberes Glied des Kulm betrachtet wird. Diese Meinung wird dadurch zu stützen versucht, dass *Archaeocalamites radiatus, Lepidodendron Veltheimianum*

und eine ihrer wahren Natur nach bis jetzt nicht sicher erkannte Pflanze, das *Sphenophyllum tenerrimum*, mit anderen Kulmpflanzen, z. B. *Sigillaria antecedens*, *S. Eugenii*, *Stigmaria inaequalis*, *Calymmatotheca Schlehanii* in diese Gruppe hineingehen. Zu ihnen gesellen sich aber als Leitpflanzen auch *Sphenopteris elegans*, *S. divaricata* und *S. Linkii*, die mit echten Karbonfarnen die nächste Verwandtschaft haben. Auf den Waldenburger Liegendzug folgt der Waldenburger Hangendzug, als dessen Leitpflanzen *Sphenopteris latifolia*, *Aspidites silesiacus*, *Neuropteris gigantea*, *Pecopteris Miltonii*, *Calamites approximatus*, *C. Suckowii* gelten können. Sonst umschliessen sie Cordaitenhölzer, die längst als *Araucarioxylon* bekannt sind, und deren geringelte Markkerne, die *Artisien*. In beiden Schichten ist von Farnen fast nur *Sphenopteris subgeniculatus* gemein. Dieser Zone als äquivalent gelten die Saarbrückener Schichten des rheinischen Kohlenreviers und die Schatzlarer Schichten auf der böhmischen Seite des Riesengebirges. Von den Pflanzen der Saarbrückener Schichten sind im Waldenburger Liegendzuge z. B. *Sphenopteris latifolia*, *S. obtusifolia* und *S. spinosa* gefunden worden. Im Allgemeinen sind beide Zonen, sowohl im nieder- als im oberschlesischen Reviere, gut gesondert, das Sattelflötz bei Waldenburg hat aber eine Mischflora aus beiden gezeigt.

In Niederschlesien hat man noch zwei weitere Abteilungen unterscheiden können, den Ida-Stollener Flötzzug und den Radowenzer Flötzzug. Der erste, nach einem Stollen bei Waldenburg benannt, wird der unteren Abteilung jener flötzarmen, rheinischen Kohlenschichten gleichgesetzt, die man Ottweiler Schichten nennt; während der Radowenzer Flötzzug, der oberen Abteilung der Ottweiler Schichten entsprechend, nach einem Orte bei Braunau, benannt worden ist. Radowenz ist besonders durch ein massenhaftes Vorkommen von *Araucarites Schrollianus* in verkieselten Stammstücken bekannt geworden (versteinerter Wald).

Von den im Ida-Stollener Flötzzug bekannt gewordenen Arten treten nicht weniger als 21 auch in den unteren Ottweiler Schichten auf, z. B. solche aus den Gattungen *Pecopteris*, *Alethopteris* u. s. w.

Auf der anderen Seite des Riesengebirges fassen die österreichischen Geologen dieselbe Gruppe von Schichten als die Schwadowitzer zusammen.

Der Radowenzer Flötzzug hat wieder 17 Arten mit Kohlenpflanzen aus den oberen Ottweiler Schichten gemein; zu den wichtigsten fossilen Resten gehören *Pecopteris elegans*, *Odontopteris Reichiana* und zahlreiche *Sigillarien* von dem Typus der *Sigillaria rimosa*.

Wir können nach dem Vorgange von Weiss diese 5 Zonen noch knapper zu dreien zusammenfassen, indem wir 3 Abteilungen unterscheiden:

A. Untere Abteilung des produktiven Kohlengebirges mit dem Waldenburger Liegendflötz und den Ostrauer Schichten, die durch das reichliche Vorkommen von *Lepidodendren* charakterisiert wird.

B. **Mittlere Abteilung des produktiven Kohlengebirges** mit dem Waldenburger Hangendflötz, den Schatzlarer und Saarbrückener Schichten, ausgezeichnet durch Vorwiegen der *Sigillarien*.

C. **Obere Abtheilung des produktiven Kohlengebirges** mit dem Ida-Stollener Flötzzug, Radowitzer Schichten, dem Radowenzer Flötzzug, bezw. den Radowenzer Schichten und den Ottweiler Schichten; diese Abteilung wird auch die *Calamarien*- und *Farnstufe* genannt.

Auf diese 3 Abteilungen werden wir von nun an die übrigen Vorkommen des Oberkarbon in und ausser Europa beziehen.

Bei der Wichtigkeit, welche die Kohlengebiete von Schlesien und Saarbrücken für Deutschland haben, wird es am Orte sein, noch einige Einzelheiten über sie anzufügen. Die Mächtigkeit des produktiven Steinkohlengebirges hat in Oberschlesien und Saarbrücken eine Gesamthöhe von über 3500 m. Die Zahl der allerdings nur teilweise bauwürdigen Flötze beträgt in Niederschlesien 80, steigt aber im Saarbrückener Revier bis auf 233. Die Kohlenmulde des Waldenburger Reviers erstreckt sich von Nordwest nach Südost. Sie beginnt nordwestlich von Waldenburg, lehnt sich östlich an das archäische Gebirge der Eule an, überschreitet das Riesengebirge und ist in Böhmen in der Gegend von Schatzlar bis Braunau aufgeschlossen. Der Bergbau konzentriert sich auf preussischer Seite um Hermsdorf, Waldenburg und Gottesberg. Die Mächtigkeit der 31 bauwürdigen Flötze beträgt 42,28 m Kohle. Gerundete Porphyrkuppen wie der Sattelberg und Hochwald haben zum Teil sehr komplizierte Brüche und Verwerfungen hervorgebracht.

In Oberschlesien tritt das produktive Kohlengebirge vielfach inselartig aus dem Diluvium hervor. Der wichtigste Betrieb findet in dem schon beim Kulm der Lage nach geschilderten 100 Quadratmeilen betragenden Gebiete zwischen Gleiwitz und Myslowitz statt. Die bauwürdigen Flötze werden dann auch noch in den polnischen und mährischen Grenzgebieten angetroffen. Das mächtigste derselben ist das Xaveriflötz mit 16 m Kohle. In Summe beträgt die Mächtigkeit der 104 Flötze etwa 150 m. Die Schichten liegen im grossen und ganzen horizontal, da Porphyrdurchbrüche in Oberschlesien nicht vorkommen. Sehr interessant und bemerkenswert ist aber eine Intercalation von Meeresablagerungen in den unteren Horizonten, welche sich durch *Bellerophon Urii, Chonetes, Goniatiten, Productus* u. s. w. als zur unteren Abteilung der produktiven Steinkohle gehörig erweisen.

Das Saarbrückener Revier ruht discordant auf devonischen Schichten und lehnt sich an die Südostseite des Hochwaldes an. Die bauwürdigen Flötze erstrecken sich über einen Raum von etwa 7 Quadratmeilen und halten 88 an der Zahl, mit 145 nicht bauwürdigen, ca. 130 m Kohle. Der Reichtum an fossilen Resten ist im Saarbrückener Revier ausserordentlich gross und hat ganz besonders zur Kenntnis der Kohlenpflanzen beigetragen.

Viel verwickelter als in den beiden preussischen Revieren ist das Karbon in Sachsen ausgebildet. Umfangreiche Denudationen und steile Aufrichtungen erschweren die Uebersicht. Auch hier hat man die drei oben erwähnten Stufen unterschieden; neuerdings ist aber gezeigt worden, dass zwar der Individuenzahl der Einschlüsse nach die eine oder die andere sich schärfer markiert, der Artenzahl nach aber solche knappe Scheidungen in Sachsen nicht zulässig sind. Von der Anwesenheit des Kulms haben wir bereits oben gesprochen, als wir sein Vorkommen bei Hainichen erwähnten. Ein Aequivalent der Waldenburger Schichten kann in Sachsen nicht nachgewiesen werden, ebenso fehlen die unteren Glieder der Saarbrückener Schichten. Die ältesten Ablagerungen des produktiven Kohlengebirges sind die des Erzgebirges, von denen wieder das Lugau-Oelsnitzer Becken und das von Zwickau zu erwähnen sind; jenes besitzt 4 bauwürdige Flötze, die an einer Vereinigungsstelle 19 m mächtig Kohle halten, dieses hat 10 Flötze, von denen einzelne bis 10 m Mächtigkeit besitzen. Die oberen Horizonte dieser Becken fallen mit den unteren der Ottweiler Schichten zusammen.

Die Flora dieser Kohlengebiete ist verhältnismässig reich, und vielfach sind die Objekte so erhalten, dass noch Sporangien an den Farnblättern nachgewiesen werden konnten. (*Pecopteris Pluckenetii* zeigte die Sporangien ähnlich *Dicksonia*, daher wurde sie *Dicksoniites Pluckenetii* genannt.) Von den charakteristischen Formen seien erwähnt: *Sphenopteris Hoeninghausii*, *S. macilenta*, *S. Gravenhorstii*, *S. irregularis*, *Aphlebia filiciformis* und die andere Aphlebie *Cyclopteris trichomanoides*, *Neuropteris tenuifolia*, *Dictyopteris neuropteroides*, *Odontopteris Reichiana*, *Scolecopteris arborescens*, *Alethopteris nervosa*, *Oligocarpia Gutbieri*, *Caulopteris*, *Calamites Suckowii*, *C. canniformis*, *C. approximatus* und *C. Cistii*, *Asterophyllites longifolius*, *A. grandis*, *Annularia longifolia*, *Stachannularia calathifera*, *Sphenophyllum emarginatum*, *Lepidodendron dichotomum*, *Sigillaria tessellata*, *S. rugosa*, *Stigmaria ficoides*, *Cordaites borassifolius*, *Artisia*, *Trigonocarpus*, *Rhabdocarpus*, *Cardiocarpus*.

Diesen Schichten äquivalent ist das kleine, wenig ergiebige Lager von Flöha, aus dem man viele der erwähnten Pflanzen gewann und dazu noch *Alethopteris Serlii*, *A. Lonchitidis* und einige *Cordaiten*früchte, die von Zwickau und Oelsnitz-Lugau nicht bekannt sind.

Wichtiger für den Bergbau sind die Gruben bei Potschappel im Plauenschen Grunde; für uns haben sie eine grössere Bedeutung, weil hier entschiedene Mischformen auftreten, die Beziehungen zum Perm zeigen.

Beispiele dafür, dass eine Pflanze aus der einen der gewöhnlich festgesetzten Formationen in die andere übergeht, sind uns schon mehrere oben begegnet; zu den bekannten seien noch *Sphenophyllum tenerrimum* hinzugefügt, das uns im mährischen Dachschiefer (Kulm) und zugleich bei Orzeche in der oberschlesischen Kohle begegnet, ferner *Sphenopteris distans*, das am erstgenannten Ort und in den Saarbrückener Schichten bei Werden an der Ruhr auftritt, endlich *Spheno-*

pteris elegans, das in dem Hainichen-Ebersdorfer Kulm, in den Ostrauer Schichten und bei Werden vorkommt.

Aus den unteren Schichten des Plauenschen Grundes finden sich nun neben *Aphlebia filiciformis, Neuropteris auriculata, Scolecopteris arborescens* und anderen echten Karbonformen auch *Callipteris conferta, Odontopteris obtusiloba, Taeniopteris, Psaronius, Walchia piniformis* und andere ausgeprägte Pflanzen des Perm, so dass ein Uebergang der einen in die andere Flora nicht zu verkennen ist.

Ein weiterer Beleg für diese Verschmelzung wird durch die Floren zweier Orte gegeben, die zwar nicht zum Königreich Sachsen gehören, aber doch hier aus dem angeregten Umstande ihre Erwähnung finden sollen. Die Flora von Stockheim in Bayern am Frankenwalde ergab eine Mischflora, in der das Karbon, die von Crock im Herzogtum Sachsen-Meiningen eine solche, in der das Perm den vorherrschenden Bestandteil lieferte. In beiden Gegenden werden die Kohlenlager ausgebeutet und gehören zu den Schichtenkomplexen, welche als Permo-Karbon schon ehedem zusammengefasst worden sind [1]). Die typische Gliederung des Perm, wie es bei Saarbrücken ausgebildet ist, kann als Unterlage für die Horizontbestimmung des Permo-Karbon dienen. Auch in ihm kommen noch Kohlenflötze vor, die aber, von 12—15 cm Mächtigkeit, gegen die Saarbrückener Schichten so zurücktreten, dass diesen Schichtenfolgen der Name flötzarmes Kohlengebirge beigelegt worden ist. Man unterscheidet 3 Abteilungen: das untere, mittlere und obere Perm oder Rotliegende.

Das erstere enthält als wichtigste Einschlüsse die schon genannten Pflanzen *Callipteris conferta* und *Calamites gigas* und führt den Namen Cuseler Schichten. Darüber liegt das mittlere, besonders durch das Vorkommen der *Walchia piniformis* gekennzeichnet; diese Gruppe wird die Lebacher Schichten genannt. Die dritte Abteilung ist versteinerungsleer.

Die untersten Glieder der Kohlenvorkommen des Plauenschen Grundes, sowie die Schichten von Stockheim werden nun als den Cuseler, die oberen des ersteren und die Kohlenlager von Crock werden als den Lebacher Schichten äquivalent betrachtet.

Halten wir an dieser Einteilung fest, so werden wir die übrigen älteren Kohlen in Deutschland und Böhmen leicht angliedern können. Wir haben zunächst bei Ilefeld am Harze und bei Halle geringwertige Kohlenfelder, die mit den Ottweiler Schichten parallel gehen; die letzteren liegen bei Wettin und Löbejün und haben wichtige Kohlenpflanzen geliefert, wie z. B. prachtvolles *Sphenophyllum* mit Fruktifikationen. Ebenfalls nur geringe Mächtigkeit besitzen die Lager von Ibbenbüren und vom Piesberge bei Osnabrück; sie sind mit den Saarbrückener Schichten gleichaltrig; aus dem Piesberge ist der grösste fossile Stamm geholt worden, den man kennt, und an ihm konnte der Uebergang von *Lepidodendron* oder *Sigillaria* (diese

[1]) Neuerdings sind von Potonié beide Floren geradezu in das Perm gestellt worden.

Frage ist der schlechten Erhaltung am oberen Teile des Stockes wegen nicht zu entscheiden) zu *Stigmaria* nachgewiesen werden.

Beide Lager sind wahrscheinlich nur die Ausgänge des grossen und sehr wichtigen westfälischen Kohlenrevieres, welches 132 Kohlenflötze, darunter 74 bauwürdige, führt, die in Summa etwa 75 m Kohle enthalten.

In Böhmen haben wir schon zwei wichtige Kohlendistrikte am Südabhange der Sudeten kennen gelernt: das von Schatzlar und das mährische; aber auch in Zentralböhmen finden sich kleinere Felder, die in der Umgegend von Pilsen bei Miröschau und Radnitz, welche zu den Saarbrückener Schichten zählen[1]), während in dem Prager Distrikte die Gruben von Zemiech zu den Ottweiler Schichten gerechnet werden müssen. Aequivalente der Cuseler Schichten sind nur unsicher bekannt. Die Kohlenvorkommen bei Rossitz und Lissitz einerseits und die bei Budweis andererseits gehören zu den Lebacher Schichten; endlich sind die Brandschiefer von Hohenelbe und Paka, welche auch in Schlesien bei Wünschendorf unweit Lauban auftreten, dem obersten Rotliegenden zugeschrieben worden.

Von den ausserdeutschen Ländern wollen wir zunächst Belgien und das benachbarte Nordfrankreich betrachten, weil wir zu ihnen in dem rheinischen Kohlenrevier einen Anschluss erhalten. Das letztere wird durch den Rhein in zwei von einander weitgesonderte Distrikte zerlegt. An die linksseitigen Kohlenfelder von Aachen reihen sich nun die zwei Kohlengebiete von Lüttich und Mons an; das letztere hat in den Gruben des Département du Nord bei Valenciennes seine direkte Fortsetzung. Die an dem soeben genannten Orte aufbewahrten Spuren einer formenreichen Pflanzenwelt sind besonders sorgfältig erforscht und beschrieben worden; zu den häufigsten Resten gehören *Sphenopteris obtusiloba, S. Hoeninghausii, S. Bronnii, S. Sternbergii, Pecopteris abbreviata, Alethopteris Lonchitidis, A. Serlii, Dictyopteris Muensteri, Megaphytum approximatum, Calamites Suckowii, C. cruciatus, C. ramosus, Asterophyllites equisetiformis, longifolius, Sphenophyllum emarginatum, Sigillaria rugosa, S. tessellata, S. elegans, Lepidodendron aculeatum, Cordaites borassifolius* und *C. principalis,* Formen, welche mit unbedingter Sicherheit eine Gleichstellung mit den Saarbrückener Schichten bedingen.

Die Kohlenlager von St. Etienne und Autun gehören einem höheren Horizonte als die eben behandelten an und fallen in der unteren Abteilung etwa mit den Ottweiler Schichten zusammen. Die bekannten Arten von *Pecopteris, Alethopteris,* viele *Cordaiten, Sigillarien* und *Stigmarien* werden hier gefunden. In der mittleren Abteilung erscheinen zahlreiche *Walchien* und auch *Callipteris* beginnt sich zu zeigen, ein Zeichen, dass wir uns auf der Grenze des Perm befinden oder diese schon überschritten haben. Die untere ist dadurch bemerkenswert, dass die ersten Anfänge deutlicher Cycada-

[1]) Die wichtigsten Pflanzenreste *Calamites Suckowii, Asterophyllites equisetiformis, Stachannularia tuberculata, Sphenopteris acutiloba, Oligocarpia dentata, Hawlea pulcherrima, Cordaites borassifolius* belegen diese Stellung.

ceae[1]) auftreten, wie durch die Blätter von *Pterophyllum Grand' Euryanum* und *Zamites carbonarius* bewiesen wird. Sie sind wegen der besonders guten Erhaltung ihrer Einschlüsse von ganz ausserordentlicher Bedeutung für die Fortschritte gewesen, welche die Phytopaläontologie gerade in den letzten Jahren gemacht hat. Sehr wichtig waren die Aufschlüsse, welche man über die Morphologie der *Cordaiten* erlangte, indem man Blütenstände und Blätter mehrerer Arten in Verbindung mit dem Stamme auffand. Durch solche Objekte konnte die Zugehörigkeit der Stämme mit *Araucarien*struktur zu den *Cordaiten* ebenso festgestellt werden, wie der Anschluss der *Artisien* als Ausgüsse der Markhöhlen an dieselben Familien. Durch das Studium ihrer Früchte konnte man sogar behaupten, dass sie sich besser durch diese als mit Hilfe der Blätter in Gattungen und Arten gliedern würden. Die Gattung *Dicranophyllum* aus dem Oberkarbon lehnt sich durch die geschlitzten Blätter an die mit *Gingko* verwandten Gattungen der späteren Formationen an. Da nun auch Staubblätter von entsprechender Form mit Pollensäcken gefunden worden sind, so ist das erste Auftreten der später so formenreichen Familie der Taxaceae im Karbon gut verbürgt. Von noch höherer Wichtigkeit aber sind die Kieselbrocken gewesen, welche bei Autun gefunden worden sind. Sie enthalten Blätter, Blüten und Stammreste aus vielen Gruppen der *Archegoniaten* und *Gymnospermen*. Da die Einzelheiten, welche man durch die Dünnschliffe erkannt hat, schon in dem systematischen Teile besprochen worden sind, so genügt an dieser Stelle ein Hinweis darauf.

Besonders reich an fossilen Resten ist die Umgebung von Commentry, wo es gelang, deutliche Ueberreste eines Mooses, *Muscites polytrichaceus* und des frühesten Equisetum, *E. antiquum*, mit 3 cm breiten Stengeln nachzuweisen. An dieser Lokalität fand sich auch ein merkwürdiger Körper von ellipsoider Form mit doppelter Zuspitzung. Er wurde umlaufen von 2 spiralen Bändern. Man gründete auf ihn die Gattung *Fayolia*, mit der auch ähnliche Objekte aus den Chemungschichten in Nordamerika, *Spiraxis major* und *S. Randallii*, sowie *Gyrocalamus palatinus* von Cusel verglichen worden sind. Endlich hat man mit ihm die rätselhaften *Spirangien* (die richtiger *Palaeoxyris* genannt werden müssen, denn dies ist der ältere Name) in Parallele gestellt, die vom Karbon in England (*P. helicteroides*) durch den Buntsandstein (*P. regularis*) und den fränkischen Rhät (*P. Muensteri*) nach dem Wealden (*P. Jugleri*) verfolgt werden können. Die letztgenannte Gattung ist durch 5 Spiralbänder gekennzeichnet. Die Beurteilung derselben und ihre Stellung im Pflanzenreiche war eine sehr mannigfache. Bald hielt man sie für Blütenstände oder für Cycadaceenstämme oder für Früchte, indem man sie mit den ähnlichen *Helicteres*früchten verglich, bald glaubte man riesige *Charen*oogonien vor sich zu sehen. Der wirklichen Lösung

[1]) Vielleicht sind die Cycadaceae aber doch schon älter; aus den tieferen Kohlenlagern Schlesiens hat nämlich Göppert unter *Cycadites taxodinus* und *C. gyrosus* Blätter beschrieben, welche wirklich von vielen Autoren für Cycadaceenblätter gehalten werden.

scheint erst die gegenwärtige Erklärung nahe gekommen zu sein, welche sie für Eier von Selachiern (Haifischen) erklärt.

Die oberen Schichten von Autun, besonders die Schistes bitumineuses, gehören in den Horizont der Cuseler Schichten, wie durch das Auftreten von *Callipteris*, *Walchien* und *Sphenophyllum Thonii* dargethan wird. Noch höheren Lagen des Rotliegenden muss das Perm von Lodève mit reichen Pflanzeneinschlüssen zugeschrieben werden, von denen besonders zwei eine gewisse Berücksichtigung verdienen: *Gingkophyllum Grassetii* und *Trichopitys heteromorpha*; diese hat man in Vergleich mit *Baiera* gebracht und sie an die Taxaceae angeschlossen. In der That erinnern die gelappten Blätter der ersteren an *Baiera*, und auch zu *Trichopitys* kann man Analogien finden.

In viel grösserem Massstabe als auf dem europäischen Festland ist das produktive Kohlengebirge in Grossbritannien entwickelt und bedingt mit der glücklichen, nahen Verbindung ergiebigster Eisengruben die führende Stellung des britischen Reiches in der Industrie Europas. Die Ausdehnung erstreckt sich über mehr als 450 Quadratmeilen, und die wichtigsten Kohlenfelder liegen in Wales (Swansea), wo von 76 Kohlenflötzen 23 bauwürdige eine Mächtigkeit von 32 m Kohle besitzen; in den Lagern des Midlothianbassins (Schottland) erreicht sie 36 m. Ausser diesen beiden Distrikten kommen in England noch 4 in Betracht, von denen 3, nämlich der von Lancashire, Yorkshire und das Zentralbecken von Staffordshire, nur durch relativ schmale Barrieren triassischer Gesteine geschieden sind. Das letzte ist das Northumberlandbecken um Newcastle on Tyne mit den ausgezeichnetsten Gaskohlen. In phytopaälontologischer Hinsicht ist besonders das Lancashirebecken wichtig geworden, weil hier wie auf der benachbarten Insel Arran an der Luggan-bay und auf Burntisland vortrefflich erhaltene Kohlenpflanzen in versteinertem Zustande vorkommen. Die Knollen .und Brocken, welche sie mit teilweise bester Erhaltung der anatomischen Struktur umhüllen, sind aber nicht kieseliger Natur, wie bei Autun, sondern kalkig; ähnliche Dinge kommen in Deutschland bei Langendreer in Westfalen vor. In Lancashire hat man folgende Kohlenpflanzen in Begleitung der Flötze gefunden: *Sphenopteris obtusiloba* (Fig. 76 *B*), *Neuropteris gigas*, *N. heterophylla* und *N. Scheuchzeri*, *Alethopteris Lonchitidis*, *Lepidodendron Sternbergii* (zu dem man auch *L. dichotomum*, *L. elegans*, *L. gracile*, *L. lycopodioides* zieht), *L. discophorum* (inkl. *Ulodendron majus* und *minus* und *Rhytidodendron*), *Calamites varians* und *C. ramosus*. In Fifeshire sind ähnliche Pflanzen beobachtet worden, dazu noch *Annularia longifolia* (Fig. 82 *C*) und *Calamites Suckowii*. Der Charakter dieser Flora stimmt mit demjenigen der nordfranzösischen Kohlenfelder überein, so dass man die Meinung entwickelt hat, mindestens die englischen Lager hätten mit den französisch-belgischen und in der Fortsetzung den rheinisch-deutschen Ablagerungen einstmals einen grossen, zusammenhängenden Komplex gebildet, der durch zwei Seitenschübe, einen nord-südlich gerichteten zu Ende des Oberkarbon, und einen ost-westlichen im Perm gebrochen wurde.

Wie schon erwähnt, fördert Grossbritannien bei weitem die

grösste Kohlenmenge auf der Erde, sie mag gegenwärtig zwischen 160 und 170 Millionen Tonnen betragen, während Amerika ungefähr 100 Millionen, Deutschland an der dritten Stelle zwischen 70 und 80 Millionen Tonnen erzeugt. Grossbritanniens Export ist ein ausserordentlich bedeutender, wenn er auch im Rückgange begriffen ist. Sehr bemerkenswert erscheint es, dass heute noch ein grosser Teil Norddeutschlands, sogar bis Berlin englische Kohle brennt.

In Spitzbergen tritt Mittelkarbon, also den Schichten von Saarbrücken äquivalent, im Robertthale an der Recherche Bay unter 77° 33′ n. Br. auf. Schwarze Schiefer enthalten meist sehr zerbrochene, durch offenbaren Fäulnisprozess veränderte Spindelstücke von Farnen und Blattfetzen. Die Hauptmasse bildet *Sphenopteris geniculata*, die von Saarbrücken bekannt ist; dazu finden sich *Lepidodendron Sternbergii*, welche auch jüngere Zweige mit ansitzenden Zapfen geliefert hat, ferner *Stigmaria Lindleyana* mit den Appendices und *Sphenophyllum longifolium*. Auch am Gänsekap von Nowaja Semlja sind *Cordaiten*blätter und -Früchte gefunden worden; man kann aber nicht mit Bestimmtheit sagen, ob diese Vorkommen in das Karbon oder Permokarbon gehören. In Russland ist das produktive Kohlengebirge hauptsächlich am Donetz entwickelt; die Zahl der Flötze ist ungewöhnlich gross, man hat angeblich 225 gezählt. Wie in Oberschlesien finden sich marine Einlagerungen, die aber nicht bloss in einer Schicht vorkommen, sondern mehrfach mit den Flötzen wechseln. Mit den deutschen Horizonten verglichen, sollen sie von den Waldenburger bis zu den unteren Ottweiler Schichten heraufreichen.

Das Perm nimmt in Russland ein sehr grosses Gebiet ein und zeigt auch hier das analoge Verhältnis zu Deutschland, dass kleinere Kohlenlager zwischen Ural und Moskau eingestreut auftreten. Ihr Alter wird durch das Vorkommen von *Calamites gigas, C. infractus*, Arten der Gattung *Callipteris, Odontopteris* und *Taeniopteris, Walchia piniformis* (z. B. in der Gegend von Kurgalinsk) belegt.

Im Süden von Europa ist zwar das Karbon nicht geringfügig ausgebildet, das Unterkarbon ist aber bei weitem vorherrschend, so in Portugal und Spanien und auch auf der Balkanhalbinsel. Die Kohlenlager in den Pyrenäen schliessen sich denen von St. Etienne an; die von Oporto und der Serra de Bussaco in Portugal stehen auf der Grenze der Ottweiler- und Cuselerschichten, denn neben *Dicksoniites Pluckenetii*, *Pecopteris Miltonii* erscheinen schon *Walchien* und ein *Gingkophyllum*, das dem *G. Grassetii* von Lodève verwandt ist; die *Lepidodendren* sind sehr selten, *Sigillarien* fehlen gänzlich. Auch in Asturien sind Kohlenfelder aus dem mittleren und oberen produktiven Kohlengebirge vorhanden, so bei Oviedo, wo *Calamites Suckowii, Sigillaria Brardii*, *Asterophyllites equisetiformis*, *Annularia longifolia* (Fig. 82 *C*), *Alethopteris Lonchitidis, Oligocarpia* (Fig. 74 *D*), *Cordaites borassifolius*, *Artisia approximata* gefunden worden sind.

In Italien ist das Oberkarbon sehr spärlich, im Susathale der maritimen Alpen (hier werden *Sphenopteris Hoeninghausii, Dicksoniites Pluckenetii, Lepidodendron Sternbergii, Calamites Suckowii, C. Cistii, Cordaites borassifolius* beobachtet), in Toskana und Sardinien ausgebildet.

Von der Balkanhalbinsel finden wir pflanzliche Reste nur aus der Gegend von Ljutidol erwähnt, an welchem Orte der Kulm mit seinen charakteristischen Formen, und neben ihm Oberkarbon mit *Scolecopteris arborescens, Odontopteris, Neuropteris* und *Cordaiten* vorkommen; in der Gegend von Bjelogracik treten *Walchien*-Sandsteine auf, die *Calamites gigas, Odontopteris, Alethopteris gigas, Walchia piniformis* einschliessen.

Gehen wir nun nach Asien über, so sind zunächst aus Sibirien Kohlenlager bekannt geworden. An der unteren Lena z. B. wurden sie mit *Calamites canniformis* gefunden. Auch am Altai und am Amur sollen karbonische Pflanzen vorkommen. Viel wichtiger aber sind die Schichten des produktiven Kohlengebirges in China; man glaubt sogar, dass sie an Ausdehnung und Mächtigkeit die Lager aller anderen Gegenden übertreffen. Die Kohlenfelder von Sz-tchwan, Kwangtung, Shantung enthalten alle echte Karbonpflanzen, wie *Sphenopteris Hoeninghausii*, *Neuropteris flexuosa*, (Fig. 76 *D*) *Cyclopteris trichomanoides*, *Lepidodendron Sternbergii, Cordaites principalis;* sie würden sich also den Saarbrückener Schichten anreihen; entschieden jünger aber sind die von Pön-shi-hu in Nordchina, welche neben *Annularia longifolia, Sphenophyllum oblongifolium, Calamites Suckowii, Scolecopteris arborescens* auch *Taeniopteris multinervosa* und *Callipteris orientalis* enthalten.

Ebenfalls von viel mächtigerer Entwickelung als in Europa ist das Vorkommen des produktiven Kohlengebirges in Amerika. Neben einigen kleineren Feldern ist zunächst besonders wichtig das Appalachische, welches ein Gesamtterrain von 2400 Quadratmeilen bedeckt und bis auf 40 m bauwürdige Kohle umschliesst. Es lehnt sich an den Westabhang der Alleghanies an und erstreckt sich über Pennsylvanien, Ohio, Virginien bis Alabama. Fast ebenso gross ist das Missourifeld, welches sich von Indiana über Jowa, Kansas bis Arkansas ausdehnt. Nur ein Drittel dieser Grösse umfassen die ergiebigen Felder von Neuschottland und Neubraunschweig.

Die reiche Flora dieser Distrikte zeigt neben vielen Eigenheiten doch auch zahlreiche gemeinsame Formen mit Europa; so sind aus den mittleren Schichten Pennsylvaniens *Neuropteris tenuifolia, Odontopteris Reichiana, Alethopteris Lonchitidis, A. Serlii, Sphenopteris Gravenhorstii, S. elegans, S. Hoeninghausii, Megaphytum, Lepidodendron Sternbergii, Sigillaria tessellata*, *S. hexagona*, *Stigmaria ficoides*, *Cordaites borassifolius* und *C. principalis* bekannt geworden; während in Canada das Permokarbon ebenfalls in den oberen Horizonten sich zeigt, denn *Pecopteris oreopteroidea, Calamites gigas*, *Walchia robusta* und *W. gracilis* mischen sich dort mit *Scolecopteris arborescens*, *Calamites Suckowii* und *C. Cistii.*

Was nun endlich das Oberkarbon in der südlichen Hemisphäre anbetrifft, so sind kleine Schichten in Brasilien an mehreren Orten bekannt geworden. In Afrika sind zwei Distrikte von Bedeutung: am Zambesi hat man bei Tete Karbonpflanzen gefunden, von denen 11 Arten mit europäischen übereinstimmen, darunter *Scolecopteris arborescens, Callipteris mirabilis, Annularia stellata*, *Sphenophyllum*

oblongifolium, Cordaites borassifolius und *Calamites cruciatus.* Diese Ablagerungen würden also den Ottweiler Schichten gleichzusetzen sein. In der Kapkolonie begegneten dagegen von europäischen Formen *Pecopteris Cistii, Alethopteris Lonchitidis, Lepidodendron crenatum, Calamites Suckowii, Asterophyllites equisetiformis,* welche diese Kohlenfelder den Saarbrückener Schichten angliedern lassen.

Aus Australien sowohl wie aus Indien sind Pflanzen des Oberkarbon bisher nicht bekannt. In das Alter derselben fallen dagegen gewisse Erscheinungen, die uns weiter unten noch beschäftigen sollen.

Fassen wir nun noch einmal kurz die bisher gewonnenen Resultate über die Entwickelung der Landpflanzen zusammen, so ergibt sich folgendes Resultat:

Die eigentliche Steinkohlenflora hat, wie wir oben gezeigt und mehrfach betont haben, ihre Wurzeln im Devon. Dort finden sich schon immerhin zahlreiche *Farne,* welche sich im produktiven Kohlengebirge so mannigfach differenzieren, dass wohl die Annahme berechtigt ist, welche die Hauptentwickelung dieser Pflanzengruppe überhaupt im Karbon erkennt. Wir wissen jetzt, dass unter anderen die Familie der *Marattiaceae* eine Formenmannigfaltigkeit zeigte, die sie in der Gegenwart keineswegs mehr besitzt, und dass neben einigen ausgestorbenen Formenkreisen fast sämtliche noch heute existierende vorkamen.

Die *Lepidodendren* beginnen mit *L. Jaschei* aus dem Devon, auf das bald das oft genannte *L. Veltheimianum* folgt, welche durch zwei Schichtenkomplexe, Devon und Culm, bis in die Waldenburger Schichten reicht; ihnen reiht sich ebenfalls eine grosse Menge von Arten an, zu denen gewisse Objekte von abweichender Oberflächenstruktur, aber unter anderen Gattungsnamen beschrieben, zu gehören scheinen. Die *Lepidodendren* sind im mittleren Karbon am häufigsten, vermindern sich auffallend im oberen und gehen wohl nirgends in die höheren Zonen über.

Die *Sigillarien* dagegen erscheinen viel später: die ersten Spuren bemerkt man in dem Millstonegrit, in den untersten Schichten des produktiven Kohlengebirges; dafür bleiben sie aber länger erhalten, indem sie noch im Perm keineswegs zu den Seltenheiten gehören; eine Form, die *Sigillaria oculina* wird sogar aus dem Buntsandstein erwähnt.

Die *Calamitaceae* gehen in ihrem ersten Auftreten mit den *Lepidodendren* parallel, indem *Archaeocalamites* unter die am frühesten erscheinenden Landpflanzen gehört; in grosser Mannigfaltigkeit differenziert sich die Gruppe wieder im Oberkarbon und durchschreitet dieses, so dass die Arten noch im Perm zahlreich genug vorkommen. Ihre beblätterten Zweige sind unter verschiedenen Gattungsnamen beschrieben (*Annularia, Asterophyllites, Poacites*). Die Gattung *Sphenophyllum* gehört zu den besonders charakteristischen Pflanzen der Steinkohle. Man hat zwar schon aus dem Kulm einen Vertreter genannt, das *S. tenerrimum,* welches aber, wie erwähnt, seiner Natur nach sehr zweifelhaft bleibt, indem man in den feinzerschlitzten Phyllomen Blätter von *Archaeocalamites* hat sehen wollen.

Die *Cordaiten* werden zwar schon aus dem Devon genannt, indes sind sie bisher nur aus Amerika für so tiefe Lagen bekannt

geworden. Mächtig schwellen sie im Oberkarbon an, in dem sie wichtige Bestandteile der Kohlenlager liefern. Im Perm sind sie noch reichlich vorhanden; aus diesen Schichten sind auch von einigen Autoren *Schuetzia anomala* und *Dictyocalamus Schrollianus* als Blütenstände der Familie betrachtet worden. Darüber hinaus sind sie nicht mit Sicherheit bekannt, wenn schon eine Menge zweifelhafter Gebilde mit grösserer oder geringerer Entschiedenheit bis zum Tertiär dafür angesprochen worden ist.

Von neuen Pflanzengruppen, die zuerst im Karbon sich zeigen, sind hauptsächlich die *Moose, Equiseten* und *Coniferen* zu erwähnen. Die letzteren sind im Oberkarbon in sehr spärlichen, den Taxaceae ähnlichen Resten bekannt, bis in dem Perm die Gattung *Walchia* ihnen eine erheblich grössere Bedeutung verschafft. Diese Gattung ist höchst wahrscheinlich eine Sammelgattung für *Araucaria* ähnliche Formen. Ein gleiches gilt für die Gattung *Voltzia*, deren Hauptentwickelung zwar in die Triasformation fällt, die aber im Perm bereits in die Erscheinung tritt. Aus letzterem sei die *Voltzia Liebeana* erwähnt, eine für das Perm von Gera charakteristische Pflanze. Endlich ist die Gattung *Ullmannia* zu erwähnen, unter der man ebenfalls permische Coniferenreste beschrieben hat; *U. Bronnii,* unter dem Namen der *Frankenberger Kornähren* seit alters her bekannt, ist ein in dem Kupferletten von Frankenberg in Hessen häufiges Fossil, bei dem Kupferglanz das Versteinerungsmittel bildet. In Gera und Frankenberg finden sich mit ihnen Zapfen, deren Zugehörigkeit durchaus unsicher ist, die vom Grafen zu Solms deswegen als *Strobilites Bronnii* bezeichnet worden sind.

Auch über die ersten Andeutungen von dem Erscheinen der Cycadaceae konnten wir aus den Gruben von Autun berichten; Blattreste sind spärlich aus dem Oberkarbon und endlich auch aus dem Perm beschrieben worden, so z. B. *Pterophyllum Cottaeanum* aus der Gegend von Zwickau. Neben den Blättern kommt aber den Stämmen eine besondere Wichtigkeit zu. Die Gattung *Medullosa* ist auf solche Stammstücke gegründet worden, die im Oberkarbon, besonders aber im Perm von Autun, Sachsen, Böhmen und des Urals gefunden worden sind. Der anatomische Bau der verkieselten und guterhaltenen Fragmente stimmt zwar nicht vollkommen durch seine Platten- und Sternringe mit dem der Cycadaceae überein, in der Beschaffenheit der Gewebe ist aber doch manche Aehnlichkeit nicht zu verkennen.

γ. Die Entstehung der Kohlenlager.

Dass die Steinkohlen aus Landpflanzen gebildet worden sind, ist eine heutzutage allgemein für richtig geltende Thatsache. Die Pflanzen, welche die Kohlenlager aufbauten, zeigen alle die charakteristischen Besonderheiten von land- bezw. sumpfbewohnenden Gewächsen; dazu ist durch das Vorkommen von Insekten, Spinnen und Sauriern, durch das Vorhandensein also von Landtieren, die z. B. im Innern solcher Stämme eingeschlossen gefunden worden sind, die Notwendigkeit einer superaquatischen Vegetation klar bewiesen. Die in

dem vorhergehenden Kapitel behandelten Pflanzen setzen die Kohlenflötze zusammen, eine Thatsache, die durch das Studium der Kohle, selbst mit Hilfe des Mikroskops vollkommen sichergestellt ist. Man ist zu dieser Erfahrung weniger durch die Prüfung von Dünnschliffen als durch die Betrachtung von Kohlensplittern gelangt, welche mittels Steinöl oder besser noch durch die Schultzesche Mazerationsflüssigkeit und nachheriges Auswaschen mit Alkohol aufgehellt worden sind. Fast jede Kohle zeigt sich dann als ein Haufwerk von Gewebefetzen und nicht selten von Sporen, die z. B. bei Bradford in England gewisse bessere Flötze zum grössten Teil aufbauen. An einzelnen Orten, z. B. in der oberschlesischen Leopoldsgrube, kann man bei der Betrachtung mit blossem Auge erkennen, dass sich das Flötz aus gekreuzten Lagen von *Sigillaria*stämmen zusammensetzt.

Alle diese Pflanzen sind, sehr häufig in hohem Grade, erweicht, zerbrochen und zerquetscht, sie sind oft derartig zusammengepresst, dass mächtige Stämme die Dicke dünner Brettchen zeigen. Man hat berechnet, dass 1 ha Kohle von 1 m Dicke einen Hochwald von 1940 ha zu seiner Bildung absorbierte.

Dass recentes Holz durch geeignete Behandlung in eine der fossilen Kohle ähnliche Substanz umgewandelt wird, hat Goeppert zuerst experimentell nachgewiesen. Er schloss Stücke desselben mit Wasser in Glasröhren ein und setzte es jahrelang einer hohen Temperatur aus. Durch diese Behandlung gewann er eine Masse, welche mit der Braunkohle grosse Aehnlichkeit hatte. Fügte er noch ein wenig Eisenvitriol hinzu, so nahm die Substanz auch noch Farbe und Glanz älterer fossiler Kohle an.

In der Entstehung des Torfes, die später besprochen werden soll, sehen wir die Karbonisierung von Pflanzensubstanz sich täglich vor unseren Augen vollziehen, und auch an den Mündungen der grossen Ströme von Nordamerika wie des Mississippi und des Mackenzie werden grosse Massen von Baumstämmen, welche in das Meer getragen worden sind, in Sand eingespült und in Kohle übergeführt. Wie schnell die Umbildung geschehen kann, lehren die Beobachtungen in Bergwerken. Hier genügen unter dem Einflusse der Grubenfeuchtigkeit und der aus den Metallkiesen sich entwickelnden Säuren Zeiträume von 6 Jahren, um die Verzimmerungen in eine der Braunkohle ähnliche Substanz überzuführen.

Bezüglich der Anhäufung der Kohlenmassen zu Lagern herrschen zwei verschiedene Ansichten: die einen Autoren, zu denen in der neueren Zeit besonders der ausgezeichnete Phytopaläontologe Renault gehört, meinen, dass die Reste in zerbrochenem und erweichtem Zustande nach besonderen Lokalitäten durch schnellfliessende Gewässer zusammengeschweift worden sind; die Lagerstätten fallen also mit den Wohnplätzen der Pflanzen nicht zusammen (allochthoner Ursprung). Die anderen stehen nach dem Vorbilde Goepperts auf dem Standpunkte, dass die Pflanzen dort, wo sie gewachsen sind, auch in den fossilen Zustand versetzt wurden (autochthoner Ursprung). Für diese Meinung wird in erster Linie geltend gemacht, dass sich senkrechte Stämme, die mit ihren Wurzeln noch im Liegenden

des Flötzes (im Underclay) stehen, auf grosse Strecken haben verfolgen lassen. Diesen Umstand hat die erste Schule durch die Beobachtung zu entkräften versucht, dass noch heute entwurzelte Stämme, falls sie in tiefes Wasser geraten, vermöge der den Wurzeln anhaftenden Erde und Steine in senkrechter Lage schwimmend angetroffen worden sind (z. B. im Achensee in Bayern, im Amazonenstrome und Mississippi). Die Thatsache indes, dass Flötze oft in grosser Ausdehnung die reinste Kohle aufweisen, ohne eine Einspülung von Thonen, Sanden und grösseren Geröllstücken, beweist, dass starke Strömungen, welche zur Beförderung von Stämmen notwendigerweise vorausgesetzt werden müssen, hier nicht in Wirksamkeit getreten sein können.

Die Ausbildung der Kohlenflötze in ihrer oft über Hunderte, ja Tausende von Quadratmeilen sich erstreckenden Ausdehnung setzt einmal eine grosse kontinentale Erhebung und zweitens üppige Vegetation voraus. Jene ist zur Bildung von Landseen mit solchen Dimensionen, in denen die Kohlen sich ablagern konnten, nötig, selbst wenn wir stillschweigend die noch nicht bewiesene, geringe Entwickelung von Stromsystemen zugeben. Der Rand derselben oder, wenn sie flacher gewesen sind, grössere versumpfte Flächen nach der Mitte hin, müssen mit einer äusserst üppigen Vegetation von *Lepidodendren*, *Sigillarien*, *Calamiten* bestanden gewesen sein, während im Wasser wahrscheinlich kleinere Kräuter, wie die *Sphenophyllen* fluteten. Weiter auf dem Festlande haben wahrscheinlich die *Cordaiten* und *Farne* ihren Platz gefunden, die durch ein festeres Gewebe des Stammes gestützt wurden, während sich jene durch eine halbkrautige Substanz der Stämme trotz ihres oft erheblichen Umfanges auszeichneten. Bei dem Zusammenbruch gelangten die Stämme in grösseren oder kleineren Fragmenten in das Wasser, auf dem sie umherschwammen, bis sie mit Wasser vollgesaugt und von ihm durchtränkt auf den Boden sanken. Dass sie während der Zeit, die zwischen dem Zusammen- oder Abbruch bis zur Umwandlung in nicht mehr veränderungsfähige Kohle verstrichen ist, den Prozessen der Zersetzung, Erweichung und Fäulnis ausgesetzt waren, lehren nicht bloss verkohlte, sondern auch verkieselte Pflanzenreste. Hat doch sogar van Tieghem jenes *Bacterium*, den *Bacillus amylobacter*, welchem in der Gegenwart die besondere Fähigkeit, Zellwände zu verschleimen, zugeschrieben wird, in den Dünnschliffen von Karbonpflanzen wieder erkennen wollen. Die Erweichung hat oft einen hohen Grad erreicht, wie der Umstand beweist, dass die Massen manchmal nach allen Richtungen von den Appendices der *Stigmarien* durchwuchert worden sind.

Wenn man im allgemeinen an dem autochthonen Ursprung der Kohle festhält, so soll damit nicht gesagt sein, dass nicht auch Einschwemmungen von Trümmern terrestrischer Pflanzen stattgefunden haben könnten. Wissen wir doch, dass noch heute auf dem Boden der Urwälder die umgebrochenen Stämme häufig bis zu dem Grade zersetzt werden, dass sie zu Mulm zerfallen und bei geringster Belastung in sich zusammensinken. Es ist sehr wohl annehmbar, dass solcher

Detritus durch mässig bewegtes Wasser in grössere Landseeen geführt worden ist und dort auf den Boden gesunken sein mag.

Die grosse Mächtigkeit, welche das produktive Kohlengebirge an einzelnen Stellen der Erde aufweist, können wir uns nach dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse nur dadurch entstanden denken, dass die Erdrinde in demselben Masse einsank, als die Anhäufung von karbonisierter Pflanzensubstanz wuchs. Senkungen solcher Art müssen vorgekommen sein, denn unter Umständen drang sogar das Meer in die Süsswasseransammlungen ein, wofür die marinen Tierreste zwischen den Flötzen an einzelnen Orten der Erde ein deutliches Zeugnis ablegen; wir haben sogar gesehen, dass sich solche Einschaltungen mehrfach, wie am Donetz wiederholten.

Man hat früher gewöhnlich geglaubt, dass die Steinkohle ihre besonderen physikalischen Eigentümlichkeiten erst durch das hohe Alter gewonnen hätte und hat dann folgerichtig geschlossen, dass aus unserer rezenten Kohle, dem Torfe, im Laufe der Jahre Braunkohle wurde, aus dieser aber endlich Steinkohle, sowie sich die letztere in Anthracit und endlich in Graphit verwandeln musste. Zu einer derartigen Annahme liegt aber kein Grund vor; im Gegenteil haben wir einen sehr klaren Beweis, dass die Steinkohle von Anfang an als solche gebildet worden ist. Unter den Konglomeraten nämlich der oberen Karbonschichten finden sich zuweilen auch Kohlentrümmer eingebettet und diese zeigen, obschon sie ganz anderen Bedingungen ausgesetzt gewesen sind als die Flötze, doch stets die charakteristische Natur der Flötzkohle. Ausserdem spricht der Umstand gegen eine solche allmähliche Metamorphose, dass es ältere Kohlen aus der mesozoischen Zeit gibt, die physikalisch den Braunkohlen gleichen, und wiederum ganz junge Kohlen, welche gewissen Steinkohlen täuschend ähnlich sehen. Welche Faktoren aber mitwirken, um den Kohlen ihre eigentümliche Natur aufzuprägen, wissen wir nicht.

Der Gebrauch der Steinkohlen als Feuerungsmaterial ist verhältnismässig jung. Die erste Verwendung in Europa scheint gegen den Ausgang des 12. Jahrhunderts in Belgien ins Werk gesetzt worden zu sein. Kürzere Zeit darauf beutete man in England oberflächlich liegende Kohlenvorkommen aus. In Deutschland und Frankreich dürfte eine Verwendung vor dem 15. Jahrhundert nicht stattgefunden haben. Die grösste Menge derselben fördert England, da seine Ausbeute derjenigen aller übrigen Länder gleichkommt. Man ist dort an einzelnen Orten bereits so tief unter den Meeresspiegel hinabgegangen, dass die zu hohe Temperatur jede menschliche Arbeit unmöglich macht; auf dem Festlande von Europa sind Deutschland, Belgien, Oesterreich und Frankreich die hauptsächlichen kohlenproduzierenden Länder. Einen ausserordentlichen Aufschwung nimmt die Gewinnung in Amerika. Die höchsten bekannten Kohlengruben liegen auf den Anden bei Huanaco in 4700 m Meereshöhe.

δ. Glacialerscheinungen im Karbon.

In der neueren Zeit haben die Angaben über Glacialerscheinungen auf der südlichen Hemisphäre während der Zeit des Karbons oder

Permokarbons ein solches Aufsehen erregt, dass wir an dieser Stelle nicht ganz mit Stillschweigen darüber hinweggehen wollen. Sie kennzeichnen sich durch das Auftreten von grossen Geröllmassen und Blockgeschieben, die in einer feinkörnigen Grundsubstanz von lehmartiger Beschaffenheit (Geschiebelehm) liegen. Das Auftreten solcher Gesteine genügt aber noch nicht, um als Anzeichen für die Wirkung des Gletschereises zu dienen; es ist vielmehr nötig, dass an ihnen Spuren einer Bewegung der Blöcke gegeneinander in gleichgerichtetem Zuge zu erkennen sind, dass sie geritzt oder geschliffen sind. Solche Merkzeichen waren zuerst in einer Zone in Indien gesehen worden; dort machen die Talchirkonglomerate die unterste Zone einer reichgegliederten Schichtenfolge aus, die als Gondwanasystem bezeichnet wird. In ihm finden sich nun zahlreiche Blöcke, die bis über 30 m Durchmesser erreichen und häufige Schrammen, Schrunden und regelmässige Streifungen zeigen. In Verbindung mit diesen Charakteren hat man gemeint, keine andere Fortbewegungen der Blockanhäufungen voraussetzen zu können, als durch die Mithilfe wandernden Eises. Man hält die Talchirkonglomerate für Moränen.

Ganz dieselben Gesteine, ebenfalls mit Gletscherschliffen, hat man in Australien, Südafrika und neuerdings auch in Brasilien wahrgenommen. In dem ersteren Erdteile sind drei Lokalitäten nach dieser Richtung hin erforscht worden: man hat sie mit marinen Einschlüssen in Queensland gefunden; von ähnlichem Charakter sind Konglomeratablagerungen aus New South Wales unter den bald noch zu besprechenden New Castlebeds beobachtet worden, und endlich zeigen die Bacchus Marschkonglomerate in Victoria eine ganz entsprechende Tracht. — Im Norden der Kapkolonie liegen zwischen den Horizonten des mittleren Oberkarbons und denen der Ekkaschichten, welche mit den New Castlebeds gleichaltrig sind, die Dwykakonglomerate, welche deutliche Gletscherspuren aufweisen.

Oberhalb dieser Konglomerate zeigt sich nun an allen den genannten Orten eine reiche und interessante Flora, in der auch nicht eine einzige Art, ja nicht eine Gattung der aus dem Karbon bekannten Reste vorkommt. Zwischen dieser Flora, welche durchaus den Charakter der mesozoischen trägt, und der Karbonvegetation wird eine tiefe, sondernde Kluft offenbar, in der die Konglomeratschichten eingeschaltet sind. Die verbreitetste Gattung, die sowohl in Indien wie in Australien und Afrika auftritt, ist die Farngattung *Glossopteris,* nach welcher man jene Pflanzenlagerstätten geradezu Glossopterisschichten genannt hat, obgleich der Name nicht passend ist, da die Gattung in Indien auch höheren Horizonten zukommt. Ausser dieser Gattung finden sich noch *Noeggerathiopsis*, zu den Cycadaceae oder Cordaitaceae gehörig, *Schizoneura, Phyllotheca, Vertebraria;* die erstere ist richtigerweise zu den Equisetaceae gerechnet worden; sie ist durch Scheiden ausgezeichnet, die später in lineale *Annularia*-ähnliche Blätter aufspalten; die zweite ist wohl sicher ebenfalls eine Equisetacee, deren Sporangien aber an den Internodien sitzen; die dritte ist unsicherer Stellung; *Schizoneura* und *Phyllotheca*

kommen auch in Europa, aber erst in viel höheren Lagen (Buntsandstein, brauner Jura) vor.

Nun könnte man, und dies ist auch früher geschehen, die Schichten, welche diese Reste in Indien und auf der südlichen Halbkugel einschliessen, nämlich dort die Talchirschiefer und Kaharbaribeds, in Australien die Bacchus Marschschichten, die New Castlebeds[1]) und die Greta Creekschichten in Queensland, sowie die Ekkaschichten (Kimberleybeds) in Afrika, für mesozoische ansehen und meinen, dass das obere Karbon, Permokarbon und das Perm dort ausgefallen seien. Diese Annahme wird indes durch die Thatsache zurückgewiesen, dass die zahlreich mit den mesozoischen Pflanzen vorkommenden marinen Tiere durchweg paläozoischen Charakters sind. Man ist deswegen gesonnen, sie mit den ober-paläozoischen Pflanzen der übrigen Erde für gleichaltrig zu halten.

Auf Grund dieser Beobachtung hat man die Hypothese aufgestellt, dass in der Zeit zwischen den unteren und oberen Ablagerungen des Oberkarbons eine weitgehende Landverbindung zwischen Indien, Australien, Afrika, vielleicht auch Südamerika bestanden habe, und dass Teile dieses Australkontinentes eine weitgehende Vergletscherung erfahren haben. Die Gletscher erzeugten Moränen, welche in den Talchir-, Bacchus Marsch- und Dwykakonglomeraten uns Kunde von den Eisbedeckungen des Festlandes hinterlassen haben. Die mit der Vereisung notwendigerweise verbundene Herabdrückung der Temperatur vernichtete die einem wärmeren Klima angepasste Karbonvegetation, und auf sie folgte eine neue Flora, welche später von hier ausgehend als die mesozoische die übrige Erde eroberte.

II. Die mesozoische Gruppe.

Die Gesamtmächtigkeit der Gebirge, welche diese Gruppe zusammensetzen, erreicht bei weitem nicht den Umfang, welchen die erste aufwies; alle auf sie folgenden Schichten bis in die Neuzeit hinein können sich mit jener bei weitem nicht messen. Wir finden in ihr hauptsächlich Sandsteine, Kalke und Dolomite, Mergel, Schieferthone und plastische Thone, in die sich als nicht unwichtige Glieder Steinsalz, Gips und auch Kohlenlager, letztere in einzelnen Gegenden eine sehr ergiebige Ausbeute gewährend, einschalten.

E. Die Triasformation.

Der Charakter dieser Formation ist ein ausserordentlich mannigfaltiger und deshalb unbestimmter, doch lassen sich im ganzen zwei

[1]) Die Gattung *Noeggerathiopsis* erscheint auch hier mit *N. prisca* und zu ihr dürfte auch *Noeggerathia obovata* aus vielleicht gleichaltrigen brasilianischen Kohlenlagern gehören.

Gruppen unterscheiden, nämlich eine nördliche Zone, die in Deutschland, England und dem Osten von Amerika auftritt, und eine südliche, die in den Alpen beginnt, bis zum Himalaja geht und in Nordasien und dem Westen von Nordamerika wieder auftritt. Die letztere ist besonders faunistisch durch die Erhaltung paläozoischer Tierformen neben charakteristischen Ammoniten gekennzeichnet, während die erstere, welche überhaupt eine spärliche und einförmige Fauna zeigt, dieser Elemente entbehrt.

Wir teilen die deutsche Trias ein in Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper. Der erstere, an Tieren sehr arm, dagegen an Pflanzen wenigstens in einzelnen Distrikten etwas reicher, hat seinen Namen von den mächtigen Entwickelungen der Sandsteinflötze erhalten, deren Farben, oft plötzlich springend, häufig wechseln.

Eine der wichtigsten Lokalitäten für das Vorkommen pflanzlicher Reste im Buntsandstein ist Sulzbach in den Vogesen. Hier erscheint in *Equisetum Mougeotii* eine jener Riesenformen der Gattung, deren geriefte Stammsteinkerne einen Durchmesser von 20 cm erreichen; auch die mit langen Internodien versehenen Aeste sind häufig, wogegen die Stücke, an welchen die glatte Rinde und die langzähnigen Scheiden erhalten sind, zu den Seltenheiten gehören. Lange Zeit betrachtete man dieses *Equisetum* als die erste Art der Gattung, und erst neuerdings ist es durch die oben erwähnten Funde von *E. antiquum* aus Commentry von dieser Stelle abgesetzt worden. *Schizoneura paradoxa* wird ebenfalls, und zwar gut begründet, zu den Equisetaceae gerechnet; die schlanken Stengel werden von breiteren, hohlkehligen Furchen, die durch schmale Rippen getrennt sind, durchzogen; eine Alternation der Rippen findet in den aufeinander folgenden Gliedern nicht statt. Lange Scheiden umgeben locker die Glieder und reissen später nach und nach in schmal linealische, lange Abschnitte auf, die endlich eine gewisse Aehnlichkeit mit langblättrigen *Annularien* hervorbringen. Als ein Leitfossil des Buntsandsteines ist der Farn *Anomopteris Mougeotii* zu betrachten, dessen zuweilen mehr als meterlange Blätter doppelt gefiedert sind; die Fiedern sowohl wie die dachziegelig sich deckenden Fiederchen sind am Grunde mit einem Haarbüschel versehen; die Sori sind rund und vierreihig; sie ist im Buntsandstein diesseit und jenseit des Rheines verbreitet. Ueber die Pflanzen, welche die Gattung *Albertia* bilden, bestehen noch viele Zweifel. Die Blätter stehen in spiraler Ordnung an den Zweigen, sind von oblonger bis elliptischer Form und am oberen Ende abgerundet. Die Zapfen, welche zu ihr gerechnet wurden, haben sich als *Voltzia*zapfen erwiesen; wenn, wie behauptet wird, gewisse männliche Blüten zu ihr gehören, so könnten sie den Cordaitaceae angereiht werden. Charakteristisch ist wieder für den Buntsandstein *Voltzia heterophylla*, deren Zapfen an den heteromorph beblätterten Zweigen, ebenso wie die männlichen Blüten gefunden worden sind. So viel steht wohl nach den letzteren, die denen von *Pinus* entsprechen, und der Natur der Zapfenschuppen fest, dass die Gattung zu den Pinaceae gehört. Die holzigen Fruchtschuppen sind genagelt und mehr oder weniger tief 5teilig; die Samen, wohl immer

in der Dreizahl vorhanden, sind flach und geflügelt; ob sich die Gattung an *Araucaria* oder *Sequoia* anlehnt, ist vorläufig nicht zu entscheiden. Ueber die *Aethophyllen*, welche in 2 Arten dem Buntsandstein von Sulzbad eigen sind, und welche acropetal verzweigte Stämme mit linealen, hin- und hergebogenen Blättern darstellen, ist bezüglich der systematischen Stellung nichts zu sagen; die Zugehörigkeit zu den Monokotyledonen ist durchaus nicht begründet. Ueber *Palaeoxyris* wurde schon oben das Nötige bemerkt und auf ihren Ausschluss aus der Pflanzenwelt hingewiesen. Von *Cycadaceae* ist die Gattung *Pterophyllum* mit 2 Arten vertreten. Auch in der Eifel bei Commern und von da bis zum Roerthale sind in dem Buntsandstein pflanzliche Fossilien gefunden worden; der untere oder Hauptbuntsandstein ist ohne organische Reste, der obere aber von Heimbach und Werner Lengendorf enthält neben *Voltzia heterophylla, Schizoneura paradoxa, Neuropteris Voltzii* oder *N. intermedia, Crematopteris typica* und *Taeniopteris ambigua*, jenen letzten Rest der *Sigillarien*, der als *S. oculina* beschrieben wurde. Die Charaktere der Stammoberfläche bringen ihn in die Gruppe *Leiodermaria,* welche ausschliesslich aus den oberen Zonen des Vorkommens der Gattung bekannt ist.

Im Verhältnis zu der Buntsandsteinflora Deutschlands, die mit ihren 30 Pflanzenarten wirklich nicht reich genannt werden kann, ist die von Recoara, in gleicher Breite mit der südlichen Spitze Tirols und östlich davon in der Lombardei gelegen, sehr arm zu nennen. Neben einem *Aethophyllum,* das vielleicht zu einer der Arten von Sulzbad (*A. stipulare*) gehört, sind Stammreste von Farnen (*Caulopteris Festariana*), *Voltzia heterophylla,* eine *Albertia* und zwei andere Coniferenreste (*Taxites*) bekannt geworden. Diese Lokalität ist deswegen bemerkenswert, weil sie über dem Buntsandsteine eine Muschelkalkflora geboten hat. Im Gegensatz zu der unteren und der noch zu besprechenden oberen Abteilung der Trias, dem Keuper, treten im Muschelkalk die pflanzlichen Reste ausserordentlich zurück, während sich die Fauna in gleichem Masse, was Zahl und Individuenmenge anbetrifft, hebt. Wir müssen annehmen, dass sich entweder die Wasserbedeckung der Erde erheblich ausdehnte, oder dass äussere Umstände die Erhaltung der Pflanzen nicht begünstigte. Die ganze, bis jetzt bekannte Flora setzt sich aus 7 Arten zusammen: einem Farnkraut *Neuropteris Gaillordotii* bei Luneville, *Equisetum Mougeotii* aus dem unteren Muschelkalk von Durlach und 5 Coniferen. Von diesen finden sich zwei ungenügend bekannte Nadelhölzer der Gattung *Endolepis*[1]) bei Jena, *Voltzia krappitzensis* in Oberschlesien, *Taxodites Saxolympia* und *Voltzia recubariensis* in den Lagen über dem Buntsandsteine bei Recoaro. Die letztere kommt dort massenhaft in verschiedenem Erhaltungszustande vor, welche als getrennte Gattungen beschrieben worden sind.

[1]) Schleiden hat ebenfalls aus der Gegend von Jena ein verkohltes Holz als *Pinites Goeppertianus* beschrieben, das mit dem unserer Kiefer nicht blos ähnlich, sondern mit ihm identisch ist und ihm fälschlich als fossil zugegangen war.

Um vieles wichtiger als die beiden ersten Gruppen der Trias ist die letzte, der Keuper. Seiner petrographischen Beschaffenheit nach besteht er hauptsächlich aus bunten Mergeln, mit denen wechsellagernd trübe Sandsteine, Schieferletten, Gips, Anhydrit, Steinsalz vorkommen, oder von denen sie durchsetzt sind. Als recht untergeordneter Bestandteil zeigen sich in den tieferen Lagen des Keuper schwarze, kohlige Letten oder unreine Kohlenflötze (Lettenkohle); gerade sie aber sind phytopaläontologisch von nicht geringer Bedeutung. Im mittleren Keuper sind die unter dem Namen Schilfsandstein bekannten Sandsteinbänke pflanzenführend; die wichtigste Abteilung aber ist der Oberkeuper, welcher als Rhät bekannt ist und eine reiche Flora umschliesst, die sehr eigenartig ist und nur wenige Beziehungen zu den tieferen Keuperpflanzen zeigt. Man hat deshalb das Rhät entweder dem folgenden Lias angeschlossen oder als Grenzschichten zwischen Trias und Jura gern selbständig behandelt.

Die Lettenkohlengruppe ist in Deutschland von Thüringen durch Franken, Schwaben, Lothringen und bis nach Basel südlich zu verfolgen; die von Dolomiten, Schieferthonen, Mergeln und Letten begleiteten und eingeschlossenen Kohlenflötze sind wenig wert und werden nur selten ausgebeutet. Die Flora dieser Ablagerungen wird zusammengesetzt aus *Farnen, Equiseten* und *Calamiten, Cycadeen* und *Coniferen.* Man hat sie in eine marine und eine terrestrische Abteilung trennen zu dürfen geglaubt, indem man neben den erwähnten Formen noch Algen erkannte. Ueber den *Chondrites prodromus* kann nur dasselbe gesagt werden, was früher von den meisten Algen bemerkt wurde, wahrscheinlich ist es ein *Pseudophyt.* Was man unter *Bactryllium* vor sich hat, weiss man heute noch keineswegs; manche Autoren haben diese kleinen, aber doch bis 4 mm Länge erreichenden Stäbchen oder schachtelartigen Körper mit den Bacillariaceae verglichen. Von Farnen sind besonders charakteristisch die Marattiaceae, *Asterotheca Merianii*, *Neuropteris crenata, Clathropteris reticulata, Danaeopsis marantacea, Taeniopteris angustifolia; Equisetum arenaceum* ist eine gewaltige Form dieses Geschlechtes mit 20 cm dicken Achsen, welche von 3 cm langen, festen Scheiden umgürtet werden; die letzteren laufen in viele (bis 120) pfriemliche Zähne aus. Man kennt von ihm alle vegetativen Teile, selbst die grossen, rosenkranzförmigen Rhizomstücke, ausserdem auch die aus 6seitigen Schildern aufgebauten Sporangienstände. Dieser Schachtelhalm erfüllt mit einigen Verwandten ganze Schichten in Württemberg und Franken. Von *Calamitaceae* ist *C. Merianii* noch vorhanden, dessen Fruktifikation in dem Objekte vorliegen soll, das Schenk als *Schizostachyum thyrsoideum* beschrieben hat.

Von *Cycadaceae* erscheint wieder, aber in um vieles formenreicherer Entwickelung die Gattung *Pterophyllum*, von der schon 11 Arten beschrieben worden sind. Die bekannteste Art ist *P. Jaegeri*; die Gattung ist leicht an den linealen, mit breiter Basis aufsitzenden, rechtwinklig abstehenden Fiedern zu erkennen.

Unter den *Coniferen* ist *Voltzia coburgensis* mit ihren lockeren Zapfen, die aus zierlich gekerbten, spatelförmigen Blättern aufgebaut

werden, von Koburg bis Stuttgart verbreitet; *Widdringtonites keuperianus* von Würzburg und Basel ist nur in seinen schlanken, von spiralgestellten, kleinen Blättern bedeckten Zweigen bekannt, die allein keine nähere Charakterisierung und Stellung im Systeme zulassen.

Die Flora des Schilfsandsteines ist ähnlich zusammengesetzt, nur viel ärmer, *Equisetum arenaceum* tritt in Kohlenlagern bei Sinsheim in Baden massenhaft auf und setzt kleine Flötze zusammen, auch *Clathropteris* und *Voltzia* sind für ihn bezeichnend. Aus ihm sowohl wie aus der Lettenkohle hat man auch eine *Schizoneura Merianii* wiederholt genannt, es ist indes keineswegs sicher, dass diese Gattung sich über den Buntsandstein erhebt. Ehe wir nun zu der sehr umfangreichen und über die Erde weit verbreiteten Rhätflora übergehen, wollen wir noch das zusammenstellen, was wir sonst von der Flora der Trias aus den anderen Erdteilen wissen.

Wenn wir daran festhalten, dass die untersten Glieder des Gondwanasystemes, die Talchirschiefer, dem Perm angehören, so würden die darauffolgenden, nämlich die Damuda- und Panchetschichten, der unteren Trias anzureihen sein. Sie schliessen sich in ihrer Flora an die älteren Schichten desselben Systemes an, enthalten aber neben *Glossopteris* und *Schizoneura* noch häufig die breiten, einfachen Wedel von *Gangamopteris* und die pfeilförmigen von *Belemnopteris*. In Afrika werden ihnen die Beaufortschichten des Kaps gleichgestellt, welche ebenfalls *Glossopteris*arten und *Schizoneura africana* mit Resten von triassischen Tieren umschliessen. Vielleicht gehören die mesozoischen Kohlen, welche sich im Wianamattathale von Neusüdwales finden, ebenfalls zur unteren Trias, obschon sie wegen der Einschlüsse auch zum Rhät zählen können.

Das Rhät ist am besten gekannt aus Franken, und hier haben sich die Umgebungen von Theta bei Bayreuth und Veitlahm bei Culmbach besonders reich erwiesen; ausser dieser Lokalität sind in Deutschland noch die Gegenden von Koburg, Seinstedt, Salzgitter, Hildesheim und die zwischen Landsberg und Kreuzburg in Oberschlesien durch Floren aus dem Rhät oder den Grenzschichten bekannt. Wenn nun auch die letzteren Orte bei weitem nicht die Menge von Pflanzenarten geliefert haben, so kommt doch allen ein einheitlicher und gemeinsamer Charakter zu. Die unsicheren Reste von *Algen* und *Pilzen* wollen wir übergehen. Die *Farne* bilden mit den *Cycadaceae* den hervorstechendsten Zug dieser Floren. Von den ersteren sind besonders Blätter in zum Teil prachtvollen Exemplaren und bester Erhaltung anzutreffen, doch fehlen auch Stämme, Rhizome, Blattspindeln, sowie die spiral eingerollten, jugendlichen Entwickelungsphasen der Wedel nicht. Die durch das Vorkommen von Sporangien gut gekennzeichneten Gattungen gehören grösstenteils den Leptosporangiaten an; in ihren wenig zahlreichen, zu kreisförmigen Soris vereinigten Sporangien stimmen sie mit den Gleicheniaceae überein; ihr schiefer, nicht äquatorialer Ring nähert sie aber den Cyatheaceae, so dass sie eine Mittelstellung einnehmen, die wir heute nur noch von der malayischen Gattung *Mattonia* kennen. Die Gattungen, welche hier genannt werden können, sind *Laccopteris* mit

L. elegans, Thaumatopteris mit *Th. Muensteri* und *Dictyophyllum* mit *D. acutilobum*, die durch fussförmig geteilte Wedel, *Clathropteris* mit *C. Muensteriana*, die durch breite, tiefgelappte Wedel kenntlich sind. Ebenfalls zu den Leptosporangiaten, vielleicht zu den Polypodiaceae, gehört der häufige *Asplenites Roessertii*, ein Farn mit doppelt gefiederten Wedeln, die an solche recenter *Pteris*arten erinnern. Die Marattiaceae werden durch die Gattungen *Taeniopteris* mit *T. Muensteri* vertreten. Die Gattung *Thinnfeldia*, gegründet auf Blätter von fiederschnittiger oder ungeteilter Form und dicker Konsistenz, weicht in mehreren Beziehungen von den Farnen ab; Sporangien sind noch nicht bekannt geworden, und man ist noch im Zweifel, ob sie überhaupt hieher oder zu den Coniferen, bezw. Cycadaceae gehört. Sie ist für das Rhät von hervorragender Bedeutung; *Th. rhomboidalis* ist die verbreitetste Art. Zuletzt sei noch die Gattung *Sagenopteris* erwähnt, mit fingerförmig aus 4 Strahlen zusammengesetzten Blättern, die ebenfalls im System verschiedene Orte angewiesen erhalten hat; man betrachtete sie sogar eine Zeit lang als zu den *Marsileaceae* gehörig. Sporangien sind nicht bekannt, also ist auch ihre Stellung unsicher.

Von *Calamitaceae* ist *C. hoerensis* vorhanden, *Equisetum* ist durch *E. Muensteri* vertreten, welches eine viel kleinere Sporangienähre hat, als die früheren Riesenformen der Gattung. Die *Cycadaceae* erscheinen in 4 Gattungen. Neben dem schon erwähnten *Pterophyllum*, das 4 Arten (z. B. *P. Muensteri*) geliefert hat, sind noch *Zamites, Cycas* (diese noch lebende Gattung tritt zum erstenmal mit *C. rectangularis* auf) und *Nilssonia* anzuführen. Die *N. polymorpha* ist, wie der Name besagt, durch einen überraschenden Wechsel der Blattform bemerkenswert, welcher von völlig ganzen, bandförmigen Gestalten bis zu gefiederten alle Uebergänge zeigt. Auch fertile oder wenigstens Hochblätter von der Form jener der Gattung *Cycas*, sowie Zapfen, sind vorgekommen; endlich werden die zahlreichen *Carpolithen* wohl am besten hier untergebracht. *Palaeoxyris Muensteri*, die von manchen zu den Cycadaceen gezählt, von Schenk unter den Monokotyledonen behandelt wird, haben wir schon im Karbon besprochen.

Von den *Coniferen* ist zuerst die Gattung *Palissya* zu erwähnen, die in 2 Arten, *P. Braunii* und *P. aptera*, vorliegt. Die Kenntnisse über sie sind noch sehr mangelhaft, und zweifellos ist auch diese Gattung eine kollektive zu nennen. Sie sowohl, wie das durch kleinere, kurze Blätter charakterisierte *Brachyphyllum* haben spiralig gestellte Blätter, die letztere vom Habitus der *Arthrotaxis*. Viel wichtiger als diese Reste der Coniferen sind aber für den Botaniker jene Gestalten, welche die *Gingko*-artigen Formen durch die Trias fortsetzen: die Gattung *Baiera* (zu der auch *Jeanpaulia* gehört). Schon im Perm erscheinen jene lederartigen Blätter, welche durch tiefe Spalten in unregelmässige, schmale Lappen geteilt sind. Vom Rhät hat man nun die sternförmig gruppierten, strahligen, im jugendlichen Zustande kegelförmig zusammengeneigten Pollensäcke gefunden, die wahrscheinlich zu *B. Muensteriana* gehören.

Schon oben haben wir hervorgehoben, dass die alpine Trias sich so weit von der Entwickelung der Formation in Deutschland unterscheidet, dass man überhaupt eine Uebereinstimmung kaum gewinnen zu können glaubte; jetzt ist die Parallelisierung allerdings vollkommen gelungen. Von Pflanzenresten bietet sie nicht viel, doch müssen wir aus marinen Schichten des Unterkeupers, den Wettersteinschichten der bayerischen Alpen, die *Diplopora annulata* erwähnen, der noch die *Gyroporella vesiculifera* des Oberkeupers in den lombardischen Alpen angeschlossen werden soll. Diese aus cylindrischen Kalkröhren, die in regelmässiger Weise perforiert sind, bestehenden *Algen* gehören zu den *Dasycladaceae* und können mit *Cymopolia* verglichen werden; sie sind in ihrer ausserordentlichen Menge gesteinsbildend.

Die grünlichgrauen Sandsteine und kohlenführenden, schwarzen Schieferthone von Lunz und die höherliegenden, dunklen Fischschiefer von Raibl, welche als Lunzer und Raibler Schichten von den Geologen dem Schilfsandstein und Unterkeuper, von den Phytopaläontologen aber bisher dem Rhät äquivalent gesetzt werden, gehören ebenfalls zur alpinen Trias. Sie enthalten von den Pflanzen der letzteren *Taeniopteris*, *Laccopteris, Thaumatopteris, Sagenopteris,* doch weisen *Asterotheca Merianii, Danaeopsis marantacea, Calamites Merianii, Equisetum arenaceum, Pterophyllum Braunii* und *P. Jaegeri* in der That auf Beziehungen mit tieferen Horizonten der Trias hin. In Raibl sind jene grossen Formen von *Pterophyllum* vorgekommen, die als *P. giganteum* beschrieben wurden.

In Frankreich wie in England sind die liaso-triassischen Grenzschichten nur spärlich entwickelt, um so vollkommener sind sie aber aus Südschweden bekannt; vor allen haben sich die Umgebungen von Palsjö und Bjuf nahezu ebenso reich an Pflanzenresten erwiesen als das deutsche Rhät. *Sagenopteris, Taeniopteris*, *Thinnfeldia, Dictyophyllum, Clathropteris*, *Baiera* und *Brachyphyllum* sind in Arten gefunden worden, die mit solchen des deutschen Rhät und der Lunzer Schichten identisch oder nahe verwandt sind. In Bjuf kommt auch die Gattung *Williamsonia* vor, die zuweilen zu den *Rafflesiaceae* gerechnet wurde; man hat sie neuerdings als die Endigung der Stämme von *Anomozamites* und *Pterophyllum* erkannt; die verwandte Gattung *Weltrichia* aber gehört zu *Otozamites* als Blüten- oder Fruchtstand; ob diese Pflanzen nun wirklich, wie Nathorst meinte, von den Cycadaceae ausgeschieden werden müssen, wird die Zukunft lehren. Von Wichtigkeit ist das schwedische Rhät auch deswegen, weil von Palsjö die ersten, wenn auch noch nicht ganz sicheren Spuren eines Zapfens aus der Gattung *Pinus* im weiteren Sinne bekannt gemacht wurde: *P. Lundgrenii* sieht einem geöffneten, kleinen Cedernzapfen ähnlich.

In Portugal ist das Rhät bei Coimbra gefunden worden, wo graue, schiefrige Sandsteine zwar zahlreiche, aber schlecht erhaltene Pflanzenreste einschliessen; Farne sind nur wenige erkennbar, die Cycadaceae fehlen ganz, man hat aber durch *Palissya Braunii* und *Cheirolepis hoerensis* das Alter der Ablagerung bestimmt.

In Amerika ist die Trias von Neu-Schottland bis Virginien und Nord-Carolina bis zu 5000 m Mächtigkeit entwickelt; die oberen Etagen besitzen dabei das Aequivalent des Rhät, unter anderen stehen bei Richmond in Virginia grauschwarze Schieferthone mit Kohleneinschlüssen an, die den Lunzer Schichten auffallend in petrographischer Hinsicht gleichen und auch ähnliche, ja sogar gleiche Pflanzenreste enthalten. *Equisetum Rogersii* soll mit *E. arenaceum, Schizoneura virginiensis* mit *Calamites Merianii, Mertensites distans* mit *Oligocarpia robustior, Asterocarpus platyrrhachis* mit *Asterotheca Merianii, Podozamites tenuistriatus* mit *Pterophyllum Braunii* identisch sein, so dass eine Mischflora wie die der Lunzer Schichten vorliegt; ausserdem sind von den deutschen Rhätpflanzen *Sagenopteris rhoifolia, Asplenites Roessertii, Baiera Muensteri* und andere ebenfalls gefunden worden.

In Honduras ist die obere Trias bis San Juanito beobachtet worden, in der man *Pterophyllen,* vielleicht sogar *P. Braunii* und *Nilssonia polymorpha* wahrnahm.

Die petroleumführenden Schichten, welche südlich von Mendoza in Argentinien vorkommen, haben durch *Pecopteris Schoenleiniana, Thinnfeldia odontopteroides* und *T. lancifolia, Taeniopteris Daintreii, T. Mareyesiaca, Sphenopteris elongata, Schizoneura* und *Baiera taeniata* ebenfalls eine Flora ergeben, in denen sich die verschiedenen Horizonte der Trias bis zum Rhät mischen. Diese Erkenntnis war deshalb wichtig, weil durch sie die mesozoischen Kohlenfelder von Ipswich und Tivoli in Queensland, welche teilweise identische Arten (*Thinnfeldia, Taeniopteris, Baiera*) aufweisen, dem Horizonte nach bestimmt werden konnten. Gleichen Alters sind dann auch die Flötze von Jerusalem auf Tasmanien und Neuseeland. Die australischen Rhätschichten enthalten in weiter Verbreitung zwei charakteristische Farne, nämlich *Alethopteris australis* und *Taeniopteris Daintreii,* die wiederum beide in demjenigen Horizonte des indischen Gondwanasystemes erscheinen, welche als Rajmahalschichten bezeichnet werden. Sie werden dadurch wie die übrigen Glieder des Systemes tiefer herabgesetzt, indem man sie nicht mehr wie früher dem Jura, sondern dem Rhät gleich erachtet.

In Afrika sind *Sphenopteris elongata* und *Taeniopteris odontopteroides* in den Strombergschichten des Kaplandes gefunden worden, so dass auch auf dem südlichen Teile dieses Kontinents das Rhät nicht fehlt.

Was endlich das zentrale und östliche Asien anbetrifft, so sind *Clathropteris, Thaumatopteris, Laccopteris* in den Arten des deutschen Rhät und auch *Pterophyllum propinquum* zwischen Schahrud und Astrabad, sowie am Alburs gefunden worden, und in China gehören gewisse Kohlenlager bestimmt dem Rhät an, eine Annahme, die durch das Vorkommen von *Asplenites Roessertii, Palissya Braunii, Dictyophyllum acutilobum* zu Thin-kia-po, Provinz Shansi, begründet wird. In der Umgebung von Lang-sau in Tongking endlich ergaben Sandsteine eine Mischflora, von der 50 Prozent der Zusammensetzungselemente im deutschen Rhät wiederkehren wie *Asplenites Roessertii,*

Dictyophyllum acutilobum, Clathropteris platyphylla, Pterophyllum aequale, Nilssonia polymorpha. Damit treten aber auch zahlreiche indische Elemente auf wie *Glossopteris Browniana, Phyllotheca indica, Palaeovittaria indica,* welche den Damudaschichten, *Taeniopteris MacClellandii, Otozamites rarinervis,* welche den Rajmahalschichten angehören, so dass in diesen Ablagerungen eine deutliche Verbindung der australisch-indischen und der europäischen Formen hergestellt ist.

F. Die Juraformation.

Wir haben schon bei dem Rhät mitgeteilt, dass die Verbindung zwischen der Trias und dem Jura eine sehr enge ist; jene Schichtenfolge vermittelt einen vollkommenen Uebergang und wie in früheren Formationen, kann die Scheidung auf Grund der pflanzlichen Einschlüsse eine wenig scharfe sein. Der Jura stellt eine Schichtenfolge von etwa 1000 m Mächtigkeit dar und wird vorzugsweise aus Kalksteinen, Mergeln, Sandsteinen, Schieferthonen und plastischen Thonen aufgebaut, denen sich zuweilen umfangreiche Dolomite zugesellen. Kohlenlager sind im ganzen nicht häufig und von bescheidenem Umfang. Ein wichtiger Charakter ist die regelmässige Schichtenbildung, welche auf einen ruhigen und ungestörten Niederschlag hinweist.

Der Jura wird auf Grund der petrographischen Beschaffenheit, sowie der Einschlüsse von tierischen Resten in drei Hauptabteilungen zerlegt, die man nach den auffallendsten Färbungen der Gesteine als schwarzen, braunen und weissen Jura bezeichnet hat; für den ersteren ist der Name Lias viel gebräuchlicher geworden als die Benennungen Dogger und Malm für den mittleren und oberen Jura.

Der Lias bedeckt mit seinen grauen bis schwarzen Gesteinen wie ein „dunkles Stück Tuch“ die voraufgehenden Schichten. Die Menge der pflanzenverzehrenden Tiere des Liasmeeres ist eine ausserordentlich grosse, sowohl was die Arten-, als was die Individuenzahl anbetrifft. Daher ist der Gedanke naheliegend, dass auch die Vegetation eine sehr üppige gewesen sein muss. In der That ist die Zahl der *Algen*, die man unter den Gattungsbezeichnungen *Chondrites*, *Zonarites*, *Phymatoderma, Taeniophycus, Cancellophycus*, *Taonurus* beschrieben hat, keineswegs gering. Wie viele von diesen aber der Kritik standhalten werden, wie viele als *Pseudophyten* oder Tierspuren gestrichen werden müssen, muss die Zukunft lehren. Gibt es doch Autoren, welche radikal alle diese Objekte für nicht pflanzlicher Natur erklären. Bezüglich *Phymatoderma liasicum* ist es so gut wie bewiesen, dass kriechende Tiere von ihren Krallen Spuren hinterliessen, die, mit Gips ausgegossen, jenem sogenannten Algengeschlechte vollkommen gleichen; auch die *Chondriten* ist man gegenwärtig geneigt fallen zu lassen. Nicht minder behauptet Nathorst bezüglich der *Taonurus*arten, dass jene hahnenschweifähnlichen Gebilde in feinem Sande durch regelmässige Wasserwirbel in täuschend ähnlichen Bildern erhalten werden. Diese Meeresflora tritt besonders in den sogenannten Seegrasschiefern, dem Fleins

von Boll in Württemberg auf und findet sich ferner in der wichtigsten Lokalität für liasische Pflanzen, nämlich bei den Schambeln[1]) im Aargau (Schweiz).

Die Landpflanzen des Lias haben in Deutschland und Oesterreich eine grosse Aehnlichkeit mit denen des Rhät, ja zum grössten Teile stimmen sie mit den Elementen jener Flora überein. Von *Farnen* sind die *Clathropteris Muensteriana, Taeniopteris tenuinervis, Thinnfeldia rhomboidalis* identisch, von *Sagenopteris rhoifolia* ist die var. *elongata* weit verbreitet, *Dictyophyllum acutifolium* wird vertreten durch *D. Nilssonii.* Die Calamitaceae sind verschwunden und von *Equisetum* findet sich nur die schon kleinere Art *E. Ungeri.* Die Cycadaceae werden vertreten durch *Pterophyllum crassinerve, Zamites distans, Nilssonia Sternbergii, Otozamites Bucklandii,* von denen die zweite im Rhät weit verbreitet ist. Von Nadelhölzern hat man eine ganze Reihe von Geschlechtern gefunden, so den *Araucarites peregrinus,* die *Voltzia*-ähnliche *Cheirolepis Escheri, Widdringtonites liasinus, Palissya Braunii,* sowie *Baiera taeniata* und *B. Muensteriana.* Die Fundorte, welche diese Reste ergeben haben, sind Halberstadt und Quedlinburg, welche in dem Lias des Harzes liegen. Reich an charakteristischen Liaspflanzen hat sich auch die Umgebung von Hettingen bei Diedenhofen in Lothringen erwiesen, das unter dem französischen Namen Hettange gewöhnlich bis auf den heutigen Tag zitiert wird. Sie gab unter anderen auch den *Cycas pectinatus,* der mit *C. rectangularis* wahrscheinlich übereinstimmt. Weibliche Fruchtblätter eines *Cycas* kommen gleichfalls vor und können kaum zu einer anderen als der erwähnten Art gehört haben. Auch Fünfkirchen, sowie einige andere Orte in Oesterreich-Ungarn zeigen dieselben Reste; bei dem letzt angeführten Orte liegen im Lias bauwürdige Kohlenflötze von über 25 m Mächtigkeit. In der Schweiz haben die schon oben erwähnten Schambeln die gleichen Pflanzen geliefert. In Frankreich ist durch neuere Arbeiten die Flora des Jura besonders gut gekannt, doch hat die Lokalität, in welcher der Lias vorkommt, nämlich Mende (Depart. Lozère) zu den schon oben erwähnten Arten nichts Neues hinzugefügt.

In England finden sich Liaspflanzen an der Westseite des grossen Juraterrains von Dorsetshire bis Warwickshire, und in Schweden erscheinen sie nahe dem Rhät in der Gegend von Hör. Norditalien besitzt in den veronesischen und vicentinischen Gebieten, bei Rozzo in den Sette und den Tredeci Communi liasische Gesteine, aus denen allerdings grösstenteils von den deutschen Formen abweichende Gestalten beschrieben worden sind; manche stimmen aber doch überein, und die Gattungen *Laccopteris, Pterophyllum, Otozamites* treten auch hier wieder auf.

Im ganzen können wir die bekannte Liasflora als eine verarmte Rhätvegetation bezeichnen, zu der sich nur spärliche neue Formen

[1]) Unter Schambeln oder Tschambeln versteht man Mergelgruben an der Reuss; ein grauschwarzer Mergelfels hat dort die zahlreichen organischen Reste geliefert.

gesellen. Ob diese Epoche aber in Wirklichkeit eine schwächere Pflanzenentwickelung besass, oder ob die Inferiorität nicht vielmehr durch mangelhafte Aufdeckung oder ungünstige Erhaltungsbedingungen bewirkt wird, das lässt sich schwer ganz sicher entscheiden. Wenn wir die grosse Zahl der *Blattiden* und *Heuschrecken*, der *Termiten* und *Käfer* erwägen, welche alle pflanzenfressende oder Wälder bewohnende Geschöpfe sind und welche in den Schambeln sowohl wie in England gefunden worden sind, so werden wir unbedingt zu der Annahme üppiger Pflanzenverbände geführt. Höchst bemerkenswert ist aber, dass alle Blumeninsekten fehlen, eine Beobachtung, die mit dem vollkommenen Mangel angiospermer Gewächse gut im Einklange steht.

Eine um vieles formenreichere und wieder weit über die Erde verbreitete Flora hat der braune Jura geliefert. Gerade Deutschland ist aber ausserordentlich arm an diesen Gewächsen; die reichste Entfaltung findet sich in England, und zwar bietet hier besonders Yorkshire das Bild der üppigsten und mannigfachsten Vegetation. Die Ablagerungen erreichen dort ein so hohes Mass, dass ziemlich umfangreiche Kohlenflötze entstanden sind. Deswegen wird fast allgemein die Flora des braunen Jura auf die von Scarborough und seine weitere Umgebung Gristhorpe Bay und Whitby bezogen. Gegenüber den sehr bescheidenen Zahlen in den übrigen jurassischen Ablagerungen wird die Menge der Pflanzen des englischen Oolithes, der etwa unserer Bezeichnung des braunen Juras entspricht, auf etwa 200 Arten angegeben.

Die *Farne* schwellen in ihrem Formenreichtume ausserordentlich an. Besonders reich ist die Sammelgattung *Sphenopteris*; eine nicht geringe Zahl von Arten hat man durch das Vorkommen von Sporangien auf recente Gattungen zurückgeführt, namentlich gilt dies von *Asplenum whitbyense*, *A. petruschinense*, *A. argutulum*, welche zur Untergattung *Diplazium* gehören und wegen ihrer weiten Verbreitung geradezu als leitend für den braunen Jura gelten müssen. Dieselbe Bedeutung kommt *Thyrsopteris* zu, welche wir bereits aus den paläozoischen Schichten kennen gelernt haben, und von der 2 Arten, *T. Murrayana* und *T. Maakiana*, beschrieben worden sind.

Die Gattungsbezeichnung sollte indes besser vermieden werden, denn die Bestimmung ist keineswegs nach ausreichenden Merkmalen geschehen; neuerdings hat man vielmehr in den Sporangien eine auffallende Aehnlichkeit mit *Todea* und *Osmunda* gefunden. Von den *Equisetaceae* stammt aus dem englischen braunen Jura *E. columnare*, eine Art, die durch Grösse und auch sonst an *E. arenaceum* erinnert; die Gattung *Phyllotheca* ist fast überall vorhanden.

Besonders bemerkenswert ist die formenreiche Entwickelung der *Cycadaceae*, die im Jura vielleicht das Maximum ihrer Entfaltung gewinnen. Die Gattung *Podozamites* ist besonders in *P. lanceolatus*, der von manchen Autoren nur als Varietät von dem rhätischen *P. distans* unterschieden wird, aussergewöhnlich weit verbreitet, er kann sehr gut als Leitfossil dienen; *Zamites* zeigt den nicht ungewöhnlich grossen *Z. gigas; Otozamites*, gekennzeichnet durch die sich

überschichtenden Blattbasen, ist häufig; *Ptilophyllum* mit *P. cutschense* hat schlanke Blätter mit zierlichen Fiedern, sie findet sich nur im indischen Oolith; von *Anomozamites* begegnen uns mehrere Arten in Ostasien; *Nilssonia polymorpha*, von der rhätischen Form nicht verschieden, ist weit verbreitet. Alle diese Gattungen sind nur auf Grund von Blättern aufgestellt; doch mangeln auch Blütenstände keineswegs, so z. B. ist *Androstrobus Balduinii* aus dem unteren braunen Jura von Frankreich eine gut erhaltene Blüte männlichen Geschlechtes aus der Verwandtschaft von *Cycas*; *Zamiostrobus* ist der dicht gedrängte, *Beania gracilis* der sehr lockere, reife Zapfen von Cycadaceae. Ebensowenig werden Stämme dieser Pflanzenfamilie vermisst, und Früchte gehören zu den bekannten Objekten des braunen Jura.

Die *Coniferen* sind in so vielen Gattungen vertreten, dass wir nur die wichtigsten hervorheben können. Vor allen Gattungen ist zunächst *Brachyphyllum* mit *B. mamillare*, durch die sehr kurzen Blätter gekennzeichnet, zu erwähnen; die sibirische Gattung *Lepidostrobus* schliesst sich an *Voltzia* an. *Echinostrobus* tritt erst in der Kreide umfangreicher auf, wird aber doch schon aus Indien angegeben. Sehr zahlreich sind die Gattungen, welche an *Gingko* angeschlossen werden, von denen man auch Blüten gefunden hat. Hieher zählt zunächst die Gattung *Baiera*, welche in mehreren Arten (*B. pulchella*, *B. longifolia*) weit verbreitet ist; ferner die Gattung *Czekanowskia*, gegründet auf Zweige, die sehr tief zerschlitzte, mit mehr oder weniger Zipfeln versehene, gebüschelte Blätter besitzen; die *C. rigida* ist ein sehr häufiges und charakteristisches Fossil. *Trichopitys* hat ähnliche Blätter, die Zipfel aber sind nur einnervig; *Phoenicopsis* ist durch breitere Abschnitte mit vielen Nerven gekennzeichnet. Ob diese Anreihung vollkommen richtig ist, muss bei der mangelhaften Kenntnis der Blüten in einzelnen Fällen dahingestellt bleiben.

Von den noch lebenden Gattungen muss *Araucaria*[1]) als im braunen Jura zuerst erscheinend genannt werden; *A. sphaerocarpa* aus Stonesfield ist nach Zapfen, welche deutlich den einzelnen Samen wahrnehmen lassen, gut gesichert. Ob *Pinus* im weiteren Sinne vorkommt, ist unsicher; man hat zwar einen Zapfen unter dem Namen *P. Coemansii* beschrieben, es steht aber nicht fest, dass er aus diesen Schichten stammt.

Wir müssen endlich noch der Reste von Angiospermen gedenken, welche aus dem braunen Jura genannt worden sind. Das erste Vorkommen derselben wurde von früheren Autoren, so z. B. noch von Schimper (in der Paléontologie française 1874) in viel tiefere Zonen verlegt; so begegnet ein *Yuccites vogesiacus* in dem Buntsandsteine der Vogesen; dieselbe Gattung wird aus dem Lias genannt (*Y. hettangensis*) und erscheint endlich auch in dem französischen Oolith (*Y. Brongniartii* und *Y. vittatus*). Dass diese Objekte zu den

[1]) Die Hölzer, welche *Araucarites* genannt werden, stammen nicht von *Araucaria*, sondern, wie oben gesagt wurde, von *Cordaites*.

Monokotyledonen gehört hätten, ist ebensowenig sicher, wie die Anreihung der sehr zweifelhaften Gattungen *Cyperites, Bambusium, Najadita* und *Zosterites* an jene Hauptabteilung der Gewächse. Die *Yucciten* sind von manchen Autoren, und wie es scheint mit grösserem Rechte, mit den Cordaitaceae verglichen worden. Ueber *Williamsonia* und *Weltrichia*, welche ebenfalls Angiospermen sein sollten, haben wir oben berichtet; sie gehören den Cycadaceae an. Die früher als einer *Palme* angehörig betrachteten Reste, welche *Zeugophyllites* genannt wurden, rechnet man jetzt ebenfalls zu letzterer Familie. Mit grösserer Bestimmtheit wird bis in unsere Tage daran festgehalten, dass die unter dem Namen *Kaidacarpum* [1]) aus dem braunen Jura von England und Sibirien beschriebenen, fruchtähnlichen Gebilde als Pandanaceae angesehen werden sollen. Die Erhaltung derselben lässt indes eine Prüfung der als Einzelfrüchte gedeuteten Objekte nicht zu, und wenn man sie nicht überhaupt als ungeeignet verwirft, müssen sie als unsicher bei der Entscheidung der so wichtigen Frage über das erste Erscheinen der Angiospermen bei Seite gelassen werden. Aehnliches gilt von einer in Yorkshire vorgekommenen, geschlossenen Spatha und einzelnen rohrartigen Stengeln. Nach unserer gegenwärtigen Auffassung über die Stellung der Monokotyledonen werden wir viel eher erwarten dürfen, dass diese besonders in der Anatomie des Stammes so hoch ausgebildete und mannigfach differenzierte Pflanzengruppe später aufgetreten sein dürfte als die Dikotyledonen.

Die Verbreitung pflanzenführender Schichten des braunen Jura ist in Deutschland, wie erwähnt, sehr gering, nur in Schlesien sind geringfügige Reste bekannt geworden. In Frankreich ist er dagegen weiter verbreitet; für die Landpflanzen, die ein wesentliches Interesse allein beanspruchen, ist hauptsächlich Mamers (Depart. Sarthe) von Belang, ausserdem Pont-les-Moulins (Depart. Doubs); die oberen Schichten sind bei Chantillon-sur-Seine (Depart. Côte d'Or) entwickelt; Cycadaceenstämme sind in der Gegend vor Poitiers gefunden worden. In Portugal ist Oolith bei Kap Mondego und in Algarve verbreitet, wenn auch neben sogenannten Algen nur wenig zahlreiche *Coniferen*reste vorgekommen sind. In den dort anstehenden Kohlenlagern fand man einen *Otozamites*, der dem englischen *O. Goldiaei* nahe verwandt ist.

Sehr bemerkenswert sind die nordischen Vorkommen des braunen Jura mit Pflanzeneinschlüssen. Auf der Insel Andö, die zu den Lofoten gehört, wurden bei Ramsaa Schürfungen auf Kohlen gemacht, mit denen marine Versteinerungen aus dem braunen Jura vorkamen. Die begleitenden Pflanzenreste waren schlecht erhalten, doch waren *Phoenicopsis latior* und eine *Baiera* zu erkennen. Bei Kap Boheman auf Spitzbergen treten ebenfalls Kohlenlager zu Tage, die man für tertiäre hielt, bis man in den hellbraunen Sandsteinen und den schwarzen Kohlenschiefern *Phyllotheca lateralis*, *Equisetum*

[1]) Welch' mannigfacher Deutung die *Kaidacarpen* fähig sind, geht schon daraus hervor, dass Brongniart das erste für eine *Cactacee* ansah und als *Mammillaria Desnoyersii* beschrieb.

Bunburyanum, Gingko digitata, Podozamites lanceolatus var. *angustifolius* fand, die fast sämtlich bei Scarborough vorkommen.

Im Petschoragebiete treten bei 64 ° n. Br. an der Ussa Kohlenschichten auf; sie ergaben neben dem leitenden *Asplenum Whitbyense,* den merkwürdigen, an *Noeggerathiopsis* erinnernden *Rhiptozamites* in Blättern und die fusslangen, handförmig geteilten Blätter von *Rhipidopsis gingkoides,* die in die Nähe von *Gingko* gestellt werden. Diese Vorkommen leiten uns nach Sibirien, das besonders reich an Braunjurapflanzen ist. Die Kohlenbecken von Kuznezk am Altai bei 54 ° n. Br. lieferten *Gingko digitata*; Ust Balei an der Angara ist der wichtigste Punkt, von dem an 70 verschiedene Formen beschrieben wurden; von der unteren Tunguska bei 65 ° n. Br. wird wiederum *Rhiptozamites Goeppertii* erwähnt, auch *Phyllotheca sibirica* und *Equiseten* sind von dort bekannt, bei Bulun an der Lena kamen *Podozamites*, *Baiera*, *Czekanowskia rigida* noch unter 71 ° n. Br. vor. Am Amur sind an mehreren Orten die charakteristischen Leitpflanzen beobachtet worden; hier überwiegen Cycadaceae und *Farne,* während in Nord- und Ostsibirien die *Coniferen* voranstehen; an jener Lokalität wurde auch *Kaidacarpum sibiricum* gesammelt.

Von hier aus ist die Verbindung nach China und Japan gegeben. Von der nordwestlichen Mongolei bis Shansi sind Ablagerungen des braunen Jura bekannt, und auch Kohlenlager finden sich in solcher Mächtigkeit vor, dass der Abbau lohnt wie in Tschi-li und Hu-pei. Ueberall treten Versteinerungen auf, deren häufigste mit den oben genannten in England vorkommenden übereinstimmen.

Gehen wir weiter nach Süden, so finden sich zu Kamenka bei Isjüm *Asplenum Whitbyense,* ein *Thyrsopteris*, *Gingko Huttonii*, und auch die festen Kalke von Orenburg umschliessen *Podozamites lanceolatus.* Die Kohlen von Daghestan und Imeretien gewährten denselben *Podozamites, Nilssonia compta*, *Taeniopteris vittata* und *Equisetum columnare,* die sämtlich in England wiederkehren. Das Gleiche gilt von Kohlen bei Astrabad in Persien.

Dem braunen Jura wird endlich die Umiagruppe von Vorderindien, die bei Catch entwickelt ist, zugeschrieben, und auch die Schichten, welche Gelhoutboom-beds in Südafrika genannt werden, sollen hieher gehören.

Der weisse Jura ist zwar verhältnismässig arm an Pflanzenresten, indes treten in ihm eine Reihe von Gewächsen zum erstenmal auf, die ein grösseres Interesse beanspruchen. Die wichtigsten Fundorte in Deutschland liegen im Gebiete des Solenhofener Schiefers, der zur mittleren Abteilung, dem Kimmeridge, gehört und als Lithographenstein so unentbehrlich ist. In Frankreich sind vielleicht die reichsten Fundstätten; besonders ausgezeichnet sind diejenigen in der Umgebung von Verdun, die zum Coralrag, einer tieferen Stufe, gehören, und die von Orbagnoux, Armaille und Chateauroux, welche dem Solenhofener Schiefer etwa äquivalent sind. In England finden sich Pflanzenreste im weissen Jura von Yorkshire, Sutherlandshire und den sogenannten dirt beds des Purbeck, der obersten Zone dieser Abteilung.

Von Algen müssen wir hauptsächlich das erste gesicherte Vorkommen wirklicher inkrustierter Florideen erwähnen; die *Lithothamnien* haben bereits damals auf dem Meeresgrunde ausgedehnte Bänke gebildet; ihre Fruktifikationshöhlen können auf Dünnschliffen nachgewiesen werden. Zum erstenmal begegnen ferner die nicht zu verkennenden berindeten Oosporen der Characeae: *Chara Bleicheri*, die älteste Art, stammt aus dem unteren weissen Jura von Cajase im Depart. Lot, und *Ch. Jaccardii* ist in dem Purbeck von Villers le Lac gefunden worden.

Von Equiseten ist nichts bekannt, und auch die *Farne* treten nur sehr spärlich auf; sie gehören zu *Sphenopteris*, z. B. *S. Pellatii* und *Scleropteris*, z. B. *S. Pomelii*, beide aus Frankreich. Die morphologisch und systematisch so interessante Familie der *Benettitaceae* erscheint zuerst im weissen Jura, so z. B. *B. Peachianus* aus Sutherlandshire, ausserdem ist ein gut erkennbarer in Spateisenstein verwandelter Fruchtstand bei Vaches noires in der Normandie gefunden worden. Auch die Gattung *Mantellia* aus dem Purbeck[1]) von England gehört höchst wahrscheinlich hieher. Ueber die Gruppe ist oben das Nötige gesagt. Die *Cycadaceen* sind ebenfalls spärlich erhalten. Die meisten Arten gehören zur Gattung *Zamites*; von *Z. gigas* ist aber ein Stamm mit daran angehefteten Blättern und einer Seitenknospe in dem weissen Jura von Yorkshire gefunden worden. *Otozamites* und *Sphenozamites* treten dagegen sehr zurück, von beiden kennt man nur je eine Art. Die *Coniferen* haben zahlreiche Spuren hinterlassen. Zunächst sind Blätter von *Baiera* in mehreren Arten beschrieben worden. Deutliche *Araucaria*fruchtzapfen sind aus Frankreich bekannt, wie *A. microphylla* aus dem Kimmeridge von Vellay und die sehr grossen und schön erhaltenen Zapfen von *A. Moreauana* aus St. Mihiel, beide Orte in Frankreich gelegen. Massenhaft sind Zweige einer Cupressacee, der *Palaeocyparis princeps* von *Arthrotaxis*-ähnlichem Aussehen nicht bloss in Frankreich, sondern auch in Solenhofen gefunden worden. Verwandt mit ihr scheint *Echinostrobus Sternbergii*, die durch lang gedornte Zapfenschuppen kenntlich ist. Die heute noch lebende Gattung *Widdringtonia* erscheint mit in der äusseren Form gut erhaltenen Zapfen zu Armaille in Frankreich (*W. microcarpa*), und endlich ist *Phyllostrobus Lortetii* ebenfalls eine der ältesten Formen aus dieser Familie.

Der Charakter der Juraformation hat noch durchaus ein einheitliches Gepräge über die ganze Erde, wie besonders durch die weit verbreiteten Vorkommen der Pflanzen des braunen Juras dargethan wird. Die Formen, welche bestimmend auftreten, sind *Farne, Cycadaceae* und *Coniferen;* sichere *Angiospermen* fehlen noch durchaus. Das Klima ist nach den Pflanzen zu schliessen, wenigstens auf der nördlichen Halbkugel, ein gleichmässig warmes, wahrscheinlich tropisches gewesen. Eine Zonenbildung, deren Festsetzung nach den tierischen Resten von den Geologen versucht worden ist, kann mit

[1]) Der Name rührt von der Isle of Purbeck, der Halbinsel westlich von Wight her.

Sicherheit nicht nachgewiesen werden, wenn man nicht in dem sibirischen braunen Jura eine Andeutung erkennen will, da dort offenbar an der nördlicheren Lokalität die *Coniferen*, an der südlicheren *Cycadaceae* und *Farne* vorwalten.

G. Die Kreideformation.

Die Kreide ist ein Schichtensystem, welches einen grösseren Wechsel des äusseren Ansehens der Gesteine bietet, als irgend eine andere Formation. Von besonderen Charaktergebirgen, die eine weitere Verbreitung haben, sind zu erwähnen: der Quadersandstein, welcher eine deutliche Schichtung und eine häufige, darauf senkrechte Zerklüftung zeigt; die letztere begünstigt die Quader- und Säulenbildung. Der Grünsand ist eine von Glaukonitkörnern durchsetzte Mergelbildung; lokal tritt in grosser Mächtigkeit die aus feinsten Niederschlägen von kohlensaurem Kalk und Foraminiferenschalen gebildete schreibende Kreide auf, welche so oft Feuersteinknollen einschliesst.

Man zerlegt die Kreide in drei Hauptgruppen: das Neocom, nach Neuchatel in der Schweiz benannt, dem sich das Urgon anschliesst, den Gault und die obere Kreide, die wieder in Cenoman, Turon und Senon zerfällt; das letztere wird durch das Danien abgeschlossen und nach dem Tertiär hin begrenzt.

Den Anfang der Kreidefloren soll eine eigentümliche Uebergangsbildung machen, welche in einer wohlcharakterisierten, wenn auch lokal ziemlich beschränkten Schichtenfolge auftritt. Konkordant mit dem letzten Gliede der Juraformation, dem Purbeck, lagert im südlichen England wie in Norddeutschland zwischen Braunschweig und der holländischen Landesgrenze bei Bentheim, zunächst ein Sandstein diesem auf, der dort Hastings-, hier Deistersandstein genannt wird; auf ihn folgt in beiden Ländern der Wealdenthon, welcher der ganzen Reihe den Namen der Wealdenformation gegeben hat. Sie umschliesst in Deutschland 15 bauwürdige Flötze, die eine verwendbare, fette Schwarzkohle gewähren und die unter sich durch Schieferthon getrennt werden. Der letztere hat gut erhaltene Landpflanzen in einiger Menge geliefert. Vom Purbeck an hat sich also eine Hebung geltend gemacht, die ihren Abschluss in einer sumpfigen Festlandsbildung gefunden hat. Nachher ist wieder eine Senkung eingetreten, denn der Wealdenthon umschliesst nur tierische Reste, die den ausgesprochensten Charakter einer Brackwasserfauna besitzen.

Typisch ist die Wealdenformation nur in Südengland, von Kent bis zur Insel Wight, und in Norddeutschland entwickelt; von der ersterwähnten Lokalität greift sie nach Frankreich hinüber; aber auch das Neocom des Hennegau in Belgien ist ihr äquivalent. Von etwas abweichenderer Form kommt sie in den Wernsdorfer Schichten in Galizien, den Klins'schen Sandsteinen in Russland und bei Almargen in Portugal vor; doch deuten tierische Einschlüsse an letzter Lokalität auf eine etwas höhere Stufe. Die Ansichten über das Alter

der Wealdenformation sind geteilt; während die einen Autoren sie anstandslos dem Neocom gleich setzen, rechnen sie die anderen, wegen der vielfachen Uebereinstimmung der Flora mit der des Jura in die oberste Abteilung des letzteren; dass sie ein Zwischenglied bildet, wird aber von allen anerkannt, und deshalb ist es ziemlich gleichgültig, ob man der ersteren oder letzteren Ansicht folgt.

Die pflanzliche Ausbeute ist in Hinsicht auf die nur beschränkte Ausdehnung ansehnlich genug gewesen; ungefähr 80 verschiedene Formen dürften aus dem Wealden beschrieben sein. Von *Equiseten* hat man kleinere (*E. Burchardtii*) und grössere (*E. Phillipsii*) gefunden; das erstere ist in seinen knollig verdickten Grundachsengliedern bekannt, das letztere reiht sich an die stärkeren Arten des Rhät an. Die *Farne* sind durch die Sammelgattung *Sphenopteris* vertreten, wichtiger aber sind die rhätischen und jurassischen Gattungen *Laccopteris, Sagenopteris* und *Dictyophyllum,* deren Arten sogar mit früheren eine oft überraschende Aehnlichkeit besitzen; auch *Asplenum Albertii* ist mit *A. Roessertii* und *A. Whitbyense* verwandt. Bemerkenswert ist ferner *Hausmannia dichotoma,* die in der Teilung des Laubes mit *Platycerium* verglichen wird. *Marsilidium speciosum* mit 6 breit keilförmigen, am Ende eines langen Stieles befestigten Blättchen wurde von Schenk zu den *Rhizocarpeae* gestellt, eine Annahme, die noch sehr der Begründung entbehrt.

Baiera pluripartita und *B.* (Jeanpaulia) *Brauniana* legen in schön erhaltenen Blättern Zeugnis von der Anwesenheit *Gingko*-artiger *Coniferen* ab. *Sphenolepis Knorriana* und *S. Sternbergiana* sind zwei sehr weit verbreitete Nadelhölzer, die in der Beblattung den Charakter der *Cupressineae* besitzen; ihre an den Enden der Zweige befindlichen Zapfen sind zwar häufig, aber nicht derart erhalten, dass die Stellung genauer festgelegt werden konnte; manche halten sie mit *Sequoia* verwandt und sehen sie als die Vorläufer des nun bald erscheinenden Geschlechtes an. In ungeheurer Menge treten Nadeln auf, welche zuweilen ganze Schichten der Flötze fast ausschliesslich zusammensetzen; man hat ihnen den Namen *Abietites Linkii* gegeben; doch stimmt die Anordnung der Spaltöffnungen, sowie das Aussehen der vergesellschaftet mit ihnen vorkommenden Zweigchen nicht mit *Abies*, sondern vielmehr mit *Podocarpus* überein. Die Gattung *Pinus* im weiteren Sinne ist in einer überraschend differenzierten Entwickelung durch das Vorkommen von Zapfen nachgewiesen worden. An *Cedern*zapfen erinnernde Gebilde sind uns schon im Rhät begegnet; die Wealdenformation hat aber zweifellose Zapfen dieser Gruppe geliefert (*P. Leckenbyi* aus Wight, *P. Cornetii* aus dem Hennegau). Zapfen, deren Charaktere zwischen den Gruppen *Cembra* und *Strobus* (z. B. *P. Heerii*), *Strobus* und *Taeda* (*P. Andraei*) schwanken, sind in dem Hennegau gefunden worden; auch echte, grosse Kiefernzapfen (*P. sussexensis*) sind bekannt.

Die Cycadaceae liegen in Früchten, Stämmen und Blättern vor. Von den letzteren erinnert *Cycas Roemeri* durchaus an lebende Formen der Gattung; *Pterophyllum, Anomozamites, Podozamites* und *Dioonites* enthalten Blätter, die wieder vieles mit den jurassischen

und älteren Gestalten gemein haben. *Mantellia Lyellii* ist ein *Cycadaceen*stamm, der mit grossen, fingerförmigen Blattbasen in spiraler Anordnung besetzt ist.

In den Bennettitaceae, welche mit *B. Gibsonianus* aus den Lower Greensands der Insel Wight erscheinen, könnten vielleicht die sonst so viel gesuchten und oft fälschlich vermuteten *Proangiospermen* vorliegen. Was aber von wirklichen *Angiospermen* erwähnt worden ist, hat man sehr irrtümlich für solche gehalten: *Eolirion primigenium* aus den Wernsdorfer Schichten ist von Schenk zwar früher für eine Monokotyledone gehalten worden; er hat aber später diese Ansicht dahin verbessert, dass er eine *Gingko*-ähnliche Pflanze darin erkannte. Trotz der guten Erhaltung dieses Objektes dürfte ein Urteil über seine Stellung nicht angängig sein. *Spirangium Jugleri* aber ist ebenfalls keine Monokotyledone, sondern stellt die Eier von Squaliern dar, wie schon oben gesagt wurde.

Aus dem Neocom von Neuchatel ist *Chara Jaccardii* beschrieben worden.

Zum Neocom wird auch der Sandstein des Helmsteines bei Westerhausen aus dem niedersächsischen Kreidegebiete gerechnet, in dem sich *Gleichenia, Pterophyllum* und *Sphenolepis* haben nachweisen lassen.

An die Floren der unteren Kreide reihen wir nun zunächst die dem Urgon angehörige Flora von Grönland an, die dort in den Komeschichten auftritt.

Diese finden sich auf der Halbinsel Noursoak bei etwa 70° n. Br.; die letztere liegt nördlich von der bekannten Insel Disko auf der Westseite von Grönland. Die Pflanzenreste sind in schwarzen Schiefern eingeschlossen, welche dem krystallinischen Gesteine auflagern und zwar hauptsächlich auf dem Nordsaume der Halbinsel, von Kome an bis zum Westrande. Die Flora ist reicher als die des Wealden in Norddeutschland, und wenn auch vielleicht die Zahl der 75 getrennten Formen etwas zu umfangreich ist, so geben doch diese Funde ein lebhaftes Bild grosser Mannigfaltigkeit. Besonders zahlreich sind die Farne vertreten, und unter den Geschlechtern ragt durch die Zahl der Arten (15 sind aufgestellt worden), sowie durch die prächtige Erhaltung die Gattung *Gleichenia*[1]) hervor. Die charakteristischen Dichotomien der Wedel mit den Mittelknospen sind ebenso wie die Sporangien gut zu erkennen, und sowohl die Sektion *Mertensia* (mit *G. Zippei*, die auch in der Gosau vorkommt), als *Didymosurus* (mit *G. Nordenskioeldii*) sind vertreten. *Dictyophyllum Dicksonii* ist eine Art, die an die jurassischen Formen erinnert.

Die Coniferen sind sehr reich gegliedert; Heer hat sie in 8 Gattungen geteilt. Die Taxaceae sind durch *Baiera* repräsentiert. Die Gattung *Inolepis* hat wiederum die Tracht der Cupressineae, während sich die Zapfen an die Abietineae anlehnen. Die Gattung

[1]) Das plötzliche und formenreiche Auftauchen dieser Gattung würde sehr befremdend sein, wenn nicht oben gezeigt worden wäre, dass Gattungen der Gleicheniaceae schon aus viel früheren Zeiten genügend bekannt sind.

Sequoia tritt sogleich mit zwei den beiden heutigen Typen entsprechenden Formen auf. *S. Reichenbachii*, eine der verbreitetsten Kreidepflanzen, ist der *S. gigantea, S. Langsdorffii* der *S. sempervirens* ähnlich, auch *Glyptostrobus groenlandicus* stimmt mit dem heutigen *G. heterophyllus* soweit überein, dass ein genetischer Zusammenhang durch die Tertiärformen sicher ist. *Frenelopsis Hoheneggeri*, die zuerst aus den Wernsdorfer Schichten bekannt wurde und durch ziemlich lange Internodien und paarige Blattschuppen gekennzeichnet wird, ist ebenfalls in Grönland gefunden worden. Nadeln- und Zapfenreste geben Nachricht von dem Vorhandensein der Gattung *Pinus*. Von *Cycadaceae* tritt wieder die Gattung *Zamites* am häufigsten auf; *Z. speciosus* ist in grossen, prächtig erhaltenen Blättern vorhanden, auch *Pterophyllum* und *Glossozamites* erscheinen noch in 1—2 Formen.

Für die ganze Entwickelung des Pflanzenreiches nimmt aber ein Blattrest bei weitem das höchste Interesse in Anspruch: mit *Populus primaeva* erscheinen zum erstenmal die wirklichen Angiospermen und zwar die Dikotyledonen in den Schichtenfolgen der Erde. Das auch von Heer erwähnte *Eolirion primigenium* wird zwar als Monokotyledone gedeutet, und auch sonst werden noch je ein Rest zu den *Gramineae* und *Cyperaceae* gestellt, doch sind diese Fragmente noch weniger vertrauenerweckend als die übrigen Angiospermenspuren, die bisher erwähnt werden.

Hier ist nun der Platz, an welchem eine sich in der neueren Zeit in Amerika geltend machende Ansicht berührt werden muss. In Virginien liegt auf dem Rhät zwischen dem Potomac und dem James River ein Schichtensystem, aus weissen und lichtgrauen Sandsteinen und Sanden mit beigemengtem Thone bestehend. Es erreicht am Arquis Creek bis 40 m Mächtigkeit. Auf ihm ruhen dann mächtige Massen von Thonen und sandigen Lehmen, welche durch ihre Beschaffenheit als zum Cenoman gehörig bestimmt sind. Jenes System, die Potomacschichten genannt, enthält grosse Mengen von pflanzlichen Resten, von denen viele an die des Wealden erinnern, angeblich sogar mit ihnen identisch sind, so z. B. *Sphenopteris Mantellii* und *Aspidium Dunkeri*; sonst werden von Farngattungen *Sagenopteris*, sogar *Thyrsopteris*, *Thinnfeldia* angegeben. Cycadaceae sind sehr zahlreich, sie werden in die bekannten untermesozoischen Gattungen eingereiht. Häufig und von Wichtigkeit sind die Coniferen, von denen *Sequoia Reichenbachii* und *Sphenolepis, Frenelopsis, Brachyphyllum,* aber auch *Podocarpus*-ähnliche Gestalten erwähnt werden. In der Gesellschaft dieser für das Wealden, zum Teil sogar für das Rhät charakteristischen Gewächse findet sich eine grosse Anzahl von Dikotyledonen-Blättern, die als *Fico-, Querco-, Salici-, Ulmi-, Juglandi-, Plataniphyllum, Sassafras* u. s. w. bezeichnet worden sind. Wenn nun auch, wie schon die Namen besagen, eine bestimmte Gattungsbeziehung nicht präjudiziert werden soll, so hat man doch gemeint, dass in diesen dem Neocom äquivalenten Schichten hauptsächlich Sammeltypen eingeschlossen wären. Die Kootanieschichten in Canada haben ungefähr denselben Charakter, indes sind die Dikotyledonen viel weniger zahlreich. Wenn nun auch kaum eine

trügerischere oder wenigstens unsicherere Erkenntnis gewonnen werden kann, als die, welche aus der Beurteilung von solchen Blattresten allein erwächst, so ist doch, falls die Schichten wirklich das angegebene Alter besitzen, zweierlei gewonnen: dass nämlich schon in der unteren Kreide der Umschwung in der Zusammensetzung der Pflanzendecke sich vollzog, welcher unsere gegenwärtige Flora einleitete, und dass diese Veränderung zuerst in Amerika stattfand. Durch diese Thatsache wird ferner wahrscheinlich gemacht, dass die ausgedehnten Süsswasserbildungen, welche im Innern Nordamerikas die reichlichsten Dikotyledonenreste gewährt haben und welche früher wegen ihres tertiären Charakters dieser Formation zugezählt wurden, doch der europäischen Kreide gleichgesetzt werden müssen, wie einige der bedeutendsten amerikanischen Phytopaläontologen mit grosser Entschiedenheit behauptet haben.

Die Floren der mittleren und oberen Kreide lassen sich bei ihrem sehr ähnlichen Charakter zusammen behandeln. Von jetzt ab treten die Angiospermen in immer zunehmender Menge auf. Ueber diejenige Ablagerung, welche in Nordamerika als die Dakotagruppe bezeichnet wird, herrscht bei den Phytopaläontologen bezüglich des Alters noch eine grosse Unsicherheit. Entschieden neigt man sich aber gegenwärtig in der Beurteilung mehr der Annahme älterer Horizonte zu; darüber besteht aber keine Meinungsverschiedenheit, dass die Dakotagruppe der Kreide angehöre. Die Schichtenfolge, zu welcher sie gehört, nimmt in Nordamerika ein ausserordentlich ausgedehntes Gebiet ein, welches sich, zuweilen in einer Breite von 100 Meilen, zu beiden Seiten der Rocky Mountains von Mexiko bis an das Gestade des nördlichen Eismeeres erstreckt. Sie überlagert das Perm und ist von einer solchen Mächtigkeit, dass man glaubt, eine volle Entwickelung vom Gault bis zur Grenze des Tertiärs oder noch in dieses hinein vor sich zu haben. Auch auf der Insel Queen Charlotte sind die tieferen Horizonte dieser Gruppe aufgedeckt worden. Reich an Resten von Land- und Süsswassertieren haben sich auch mannigfache Pflanzenlagerstätten gezeigt. In der eigentlichen Dakotagruppe, der tiefsten, welche Pflanzenreste enthält, finden sich sehr viele Dikotyledonenblätter (unter 190 gesonderten Formen sind deren 162 vorhanden); sie werden zu *Platanus* (die in Europa erst im Miocän auftritt), *Myrica, Salix, Quercus, Sassafras, Magnolia, Liriodendron* (ebenfalls in der europäischen Kreide fehlend), *Ficus, Sterculia* u. s. w. gestellt; *Sequoia Reichenbachii* und *Glyptostrobus* seien als *Coniferen* erwähnt; auch ein *Podozamites* wird angegeben, sonst sind aber *Cycadaceae* nicht bekannt; von *Farnen* verdient wieder *Gleichenia* Erwähnung.

Die Laramieschichten werden hauptsächlich auf Grund des Vorkommens eines charakteristischen Kreide-Sauriers (des Dinosauriers Agathauma silvestris) in das Turon gestellt, während andere sie nach den pflanzlichen Einschlüssen dem Eocän gleichsetzen. Hier begegnen uns *Gingko*formen, welche *G. adiantoides*, dem Vorfahren der lebenden *G. biloba*, sehr ähnlich sind, Blätter von *Corylus*, *Betula, Nyssa, Platanus*, *Acer*, *Planera*, die im europäischen Tertiär

weit verbreitet sind; ausserdem treffen wir auch Blätter, die man mit der Gattung der Kreide *Credneria* in Uebereinstimmung gebracht hat.

Ohne Zweifel viel älter und mit der Dakotagruppe etwa äquivalent oder noch unter ihr liegend, sind die Ataneschichten in Grönland. Auf derselben Halbinsel Noursoak bei Disco liegen sie dort auf der Südseite. Sie sind nach dem Orte Atane benannt, reicher aber daran sind die dunkeln Schiefer von Atanekerdluk; auch auf Disco und bei Upernivik treten sie auf. Wir haben hier zahlreiche *Farne* aus den Gattungen *Pteris, Aspidium, Asplenum,* aber auch *Gleichenia* fehlt nicht. Die *Coniferen* sind sehr zahlreich; spärliche Reste gespaltener Blätter hat man für *Baiera-* und *Gingko*-arten erklärt. *Cupressineae* sind besonders reichlich vorhanden; neben *Widdringtonia* und *Sequoia* ist besonders bemerkenswert die Kreidepflanze *Moriconia cyclotoxon* mit ihren von enganliegenden Blättern gepanzerten Aesten; die für *Damara*schuppen erklärten Gebilde sind kaum richtig bestimmt. Nadeln, die zu *Pinus* gehören, sind nicht sehr häufig und meist schlecht erhalten. Von *Cycadaceae* ist besonders ein prachtvolles Blatt mit einem Karpellblatt von *Cycas Stenstrupii* wichtig, sonst kommen *Podozamites* in mehreren Arten und auch andere Gattungen vor; *Williamsonia cretacea* gehört vielleicht zu dieser Familie als Blütenstand. Monokotyledonenreste, zu Gräsern, zu *Majanthemophyllum* u. a. gehörig, sind fraglich.

Von den aufgefundenen Dikotyledonenblättern dürfte die Deutung einiger als *Liriodendron Meekii,* ferner anderer als zu *Populus, Quercus* (gezähnte, an amerikanische Arten erinnernde Blätter), *Nelumbo* richtig sein; bei anderen ist wenigstens die Möglichkeit vorhanden, dass sie *Leguminosen* und *Juglandaceen* angehören, da Früchte, welche diese Bestimmung vertragen, vorhanden sind; bei einer nicht geringen Zahl muss die Benennung wegen der Vieldeutigkeit ihrer Merkmale schwankend bleiben (die gelappten als *Aralia* oder *Cissus,* die ganzen als *Pterospermites, Magnolia, Sterculia, Ficus, Eucalyptus* u. s. w. bezeichneten Blätter). Von ausgestorbenen Gattungen werden *Credneria, Mac Clintockia* durch die 3- oder 5nervigen Blätter ausgezeichnet und *Apeibopsis* erwähnt, deren systematische Stellung unsicher bleiben muss.

Was man nun auch von den Benennungen dieser Reste halten mag, so viel steht fest, dass wir in der Ataneflora schon eine reichgegliederte Entwickelung dikotyledonischer Pflanzen vor uns haben.

Der obersten Kreide gehören, wie sich auch aus tierischen Ueberresten hat nachweisen lassen, die Patootschichten an, die in einem gelblichweissen, teilweise rotgebrannten Thone gefunden werden; sie sind in grosser Mächtigkeit den Ataneschichten an derselben Lokalität aufgelagert und haben ihren Namen nach dem Orte Patoot erhalten. Der Charakter ist ein der vorigen Flora ähnlicher, wie denn auch mehrere Formen derselben in diese Schichten hinein zu verfolgen sind. Eine ausdrückliche Erwähnung verdienen einige kenntlichere Reste; so sind z. B. breite Grasblätter als *Arundo* bezeichnet worden; die charakteristischen Zapfen von *Sequoia*, noch an Aesten sitzend, sind zahlreich; ein kugelrunder, langgestielter

Körper, *Carpolithes longipes*, könnte wohl ein Fruchtstand von *Platanus* sein.

Von den arktischen Kreidefloren ist noch ein Vorkommen auf Spitzbergen zu erwähnen. Bei dem Kap Staratschin zeigen sich Pflanzenreste, von denen 6 mit den Kome-, 7 mit den Atane- und Patootschichten gemeinsam sind; besonders häufig ist *Sequoia Reichenbachii*, auch *Araucariten*zapfen sind in der Nähe gefunden worden. Bemerkenswert ist die Thatsache, dass die Formen der Tropen und Subtropen gänzlich fehlen, die Nadelhölzer überwiegen.

In Deutschland und Oesterreich ist die mittlere und obere Kreide mit Pflanzeneinschlüssen weit verbreitet. Der untere Quadersandstein, dem Cenoman äquivalent, enthält solche bei Niederschöna in Sachsen; die Bestimmungen der vorkommenden Dikotyledonenblätter statuieren eine subtropische Mischflora mit den verschiedensten Gattungen, welche indes nur wenig vertrauenerweckend sind; nicht viel besser steht es mit den Ermittelungen der Blattreste von Moletein in Mähren, Oppeln und der Oberlausitz. Von der erst erwähnten Lokalität sind gut erhaltene *Pinus*zapfen bekannt, wie *P. Reussii* und *P. Quenstedtii*, an die Sektion *Taeda* erinnernd. Besser durchforscht sind die Gebiete der hercynischen Kreide und besonders Böhmen. Aus der ersteren gehört der Quadersandstein von Langenberg zwischen Quedlinburg und Westerhausen zum Gault; er enthält als hauptsächlich wichtige Reste die *Weichselia Ludovicae*, ein Farnkraut, und angeblich auch *Pandanus*blätter.

In dem Sandmergel von Recklinghausen ist *Scleropteris callosa* und die wichtige, für die Kreide charakteristische *Geinitzia formosa* enthalten, welche der *Sequoia* verwandt und durch spiral gestellte Blätter an schlanken Aesten, sowie verhältnismässig sehr dicke Zapfen mit schildförmigen Schuppen gekennzeichnet ist. Die senonen Quadersandsteine von Halberstadt und Blankenburg haben die reichsten Funde geliefert, von denen *Gleichenien*, *Geinitzia*, *Sequoia Reichenbachii*, *Dewalquea Haldemiana*, ein handförmig geteiltes Blatt, das mit denen der *Ranunculaceae, Araceae,* vielleicht auch *Araliaceae* verglichen werden kann; auch *Credneria* kommt hier vor, und lange Zeit glaubte man, in dieser Gattung die frühesten Reste der Dikotyledonen vor sich zu haben. Schon hier zeigt sich eine Annäherung an die Flora des Tertiärs; noch mehr aber ist dies der Fall mit der böhmischen Flora, die am vollkommensten in den Perutzer Schichten entwickelt ist. Sie ist sehr reich an *Coniferen*, z. B. *Ceratostrobus sequoiiphyllus*, die an *Sequoia Reichenbachii* erinnert; diese selbst kommt vielfach vor, ferner *Glyptostrobus, Geinitzia*, *Echinostrobus squamatus, Widdringtonia Reichii*, ein besonders häufiges Fossil, *Libocedrus salicornioides, Podocarpus cretaceus.* Von *Cycadaceae* sind noch viele vorhanden, z. B. 7 Arten von *Podozamites,* auch *Mikrozamia gibba* wird für einen Fruchtrest der Familie gehalten. Was früher *Dammarites albens* genannt wurde, jetzt *Krannera mirabilis* heisst, hat sich als ein eigenartiges, bis heute noch nicht genügend aufgeklärtes Gebilde herausgestellt. Es ist kein *Dammara*-ähnlicher Zapfen, sondern ein gestielter Körper, aus spiral zu-

sammengestellten Schuppen aufgebaut, welche die Füsse grosser, parallelnerviger, bandartiger Blätter darstellen; diese letzteren hat man früher als *Flabellaria*blattfetzen angesehen. Ueberhaupt sind Palmenblätter noch nicht sicher gekannt, obschon die Hölzer dieser Pflanzen sowohl in der Kreide Böhmens wie Frankreichs gefunden sind. *Gleichenia Zippei* und *G. Gieseckiana*, sowie viele Dikotyledonenblätter, unter anderen auch von *Credneria*, sind gefunden worden; die von *Liriodendron, Dewalquea* u. s. w., angeblich auch von *Cinchona, Eucalyptus* und anderen stammenden legen einen Beweis für die Mischung der Kreide- und Tertiärelemente ab.

Einem noch höheren Horizonte gehören die Senonbildungen von Aachen an, in denen ebenfalls viele *Coniferen* vorkommen, darunter auch die aus Grönland erwähnte *Moriconia cyclotoxon* und *Libocedrus;* daneben wurden reichliche Monokotyledonen-, besonders aber Dikotyledonenblätter, angeblich den *Proteaceae, Myricaceae, Cupuliferae, Myrtaceae* angehörig, beschrieben.

Die obere Kreide von Fuveau in der Provence hat deutliche Blattreste von *Nelumbo*, *Osmunda* und Fragmente geliefert, die von *Nipa* und *Pistia* stammen sollen. Auch *Rhizocaulon,* d. h. Monokotyledonenblätter mit Durchbohrungsmarken von Wurzeln, ist hier gefunden worden; man hat dasselbe mit den *Eriocaulonaceae* verglichen, wofür aber hinreichende Gründe nicht vorliegen, da sich solche perforierte Blätter bei vielen Monokotyledonen finden.

In dem sogenannten Protocän des österreichischen Küstenlandes ist eine Schicht aufgeschlossen worden, welche so reich an den mannigfachsten Formen der *Chara*oogonien ist, dass sie den Namen Charastufe erhalten hat; eine ganze Reihe jetzt ausgestorbener Gattungen ist auf diese Reste gegründet worden.

In der schreibenden Kreide sind *Bacillariaceae* sehr häufig, die zum Teil mit lebenden Arten der Gattungen *Fragillaria, Gaillionella, Coccinodiscus*, *Triceratium* übereinstimmen. *Lithothamnium ramosissimum* findet sich in den obersten Kreideschichten des Petersberges bei Mastricht.

Der Charakter der Kreideflora lässt sich dahin zusammenfassen, dass allmählich die echt mesozoischen Formen immer mehr und mehr zurücktreten, während in demselben Masse die tertiären an Bedeutung gewinnen, dass sich die Pflanzendecke der Erde, wenn auch vielleicht nicht in den Arten, so doch in der Gesamttracht derjenigen der Gegenwart in einem viel höheren Masse und einer viel schnelleren Gangart nähert als je zuvor. Zumal in Europa, wo wir die Verhältnisse genauer erfassen können, ist die mittlere und obere Kreideflora ein wahrhaftes Bindeglied zwischen der mesozoischen und der neozoischen Epoche. In Amerika liegt das verbindende Glied der pflanzlichen Entwickelungskette viel tiefer als bei uns, und man muss daraus den Schluss ziehen, dass die Wurzel der Angiospermen in der neuen Welt zu suchen ist.

In den tieferen Horizonten herrschen bei uns die aus dem Jura übernommenen Formen noch durchaus vor, *Farne, Coniferen* und *Cycadaceen* sind die Charakterpflanzen in mannigfacher Entfaltung;

diejenigen Geschlechter aber werden bereits vorbereitet oder treten geradezu auf, welche bis in die Gegenwart hineinreichen, so durch *Sphenolepis* die Gattung *Sequoia,* ferner *Cunninghamia*, *Widdringtonia, Glyptostrobus*; besonders bemerkenswert ist die mannigfache Differenzierung der *Pinaceae*, von denen nur noch die apophysaten *Abies*arten fehlen. Die vielgeteilten *Baiera*arten verschwinden nach und nach, und in Amerika tritt bereits der Vorläufer von *Gingko biloba* auf. Die *Cycadaceae* werden schon spärlicher und die grössere Formenentfaltung in Böhmen hat, verglichen mit der übrigen Kreideflora, schon etwas Ueberraschendes.

Wie erwähnt, ist aber das wesentlichste Moment die Erscheinung der Angiospermen, unter denen die Dikotyledonen entschieden der Menge nach überwiegen; leider sind die Reste beider Gruppen nicht derartig erhalten, dass wir eine genaue Einsicht über die Formen erhalten, welche zuerst in die Erscheinung treten, denn man darf nicht vergessen, dass die Bestimmungen einiger Phytopaläontologen durchaus nicht immer das Vertrauen verdienen, welches sie durch eine sichere Namengebung beanspruchen.

Betreffs der klimatischen Besonderheiten kann mit Sicherheit angenommen werden, dass in der älteren Kreidezeit noch diejenigen Bedingungen vorlagen, welche die Vegetation tropischer oder wenigstens subtropischer Formen in hohen Breiten gestattete (*Gleichenia*arten und *Cycas* gediehen noch zwischen 70 und 71° n. Br. auf Noursoak). Aber schon in den Patootschichten sind dieselben verschwunden, und in der Kreideflora Spitzbergens lässt sich der Einfluss einer höheren Lage, also ein Beginn der schärferen Zonengliederung klar erkennen, die im Tertiär ein viel höheres Mass erreichen wird.

III. Die neozoische Gruppe.

Die letzte der drei grossen Hauptgruppen in den Schichtenfolgen der Erde umfasst zwei Formationen, nämlich das Tertiär und das Diluvium mit dem Alluvium zusammen, die uns in die Gegenwart überleiten. Der Gesteinscharakter ist ein äusserst mannigfaltiger, wir finden lose Sande und feinkörnige, zum Teil durch die Thätigkeit der Winde zusammengetragene Aggregate (Löss), weiche und härtere Thone und endlich sehr feste und zähe quarzitische oder konglomeratische Felsarten, deren Gesamtmächtigkeit wieder hinter derjenigen der mesozoischen Gruppe zurückbleibt.

H. Die Tertiärformation.

Früher wurde das Tertiär nur in drei Abteilungen zerlegt, die von unten beginnend als das Eocän, Miocän und Pliocän bezeichnet wurden; man hat es aber für gut befunden, zwischen die

ersten beiden noch ein Oligocän einzuschalten, und die französischen Phytopaläontologen haben der ersteren noch ein Palaeocän, welches hauptsächlich die Braunkohlenschichten von Soissons und äquivalente Horizonte umfasst, vorgesetzt.

Das unterste Eocän findet sich zunächst in einem zusammenhängenden Gebiete, welches aus der Gegend von Paris über Soissons, Sézanne nach Belgien übergreift; in der Nähe von Lüttich liegt der Ort Gelinden, an dem eine Menge von Dikotyledonenblättern vorkommen, die man zu *Quercus, Litsaea, Cinnamomum* und anderen *Lauraceen*geschlechtern, *Viburnum, Aralia, Dewalquea, Dryophyllum* gebracht hat; in sehr vielen Fällen ist die Bestimmung als ganz unsicher und durch nichts anderes als eine mangelhafte Kenntnis der lebenden Pflanzen bedingt anzusehen. Bei Sézanne hat man ähnliche Funde gemacht, von denen eine als *Sassafras primigenium* bezeichnete Blattform in der That an die später häufig begegnenden Gestalten desselben Namens erinnert; auch *Hedera*- und *Vitis*blätter sind von dort beschrieben worden.

Dem Eocän gehören ferner die Floren des Grobkalkes von Paris und von Sheppey an der Themse an; bemerkenswert ist für beide Orte das Vorkommen von Früchten, die man allgemein früher als zu *Nipa,* jener niedrigen Strandpalme der Tropen gehörig ansah; sie sind dreikantig und oben gerundet mit einem kurzen Spitzchen. Sicher ist, dass Palmen damals eine ziemliche Verbreitung hatten, denn man findet sowohl Fiederblätter (*Phoenix Aymardii* aus Zentralfrankreich) als Fächerblätter (*Flabellaria*). Von anderen Blättern erscheinen besonders die als *Myrica* bezeichneten Formen von der Tracht der Sektion *Comptonia*, welche so lange Zeit als *Proteaceen*blätter angesprochen worden sind; eine Blüte aus den Trocaderomergeln von Paris wurde als *Nerium parisiense* bestimmt; nach der Abbildung muss man sie wohl für eine Contorten- und mit Wahrscheinlichkeit für eine *Apocynaceen*blüte halten.

Von *Kryptogamen* sind zunächst die gesteinbildenden Algen des Pariser Grobkalkes zu erwähnen, wie z. B. *Uteria Encrinella,* welche mit *Cymopolia* verglichen werden kann. *Lithothamnium ramosissimum* kommt im Arriègedepartement vor; im Londonthone sind grosse Formen der *Bacillariaceen* (*Coscinodiscus perforatus, Trinacria regina*) gefunden worden. Die ersten bekannten Lebermoose und zwar *Marchantia*arten von der Tracht heute in den Tropen gedeihender Arten erscheinen bei Sézanne. Die Farngattung *Lygodium* wird aus dem französischen Eocän oft genannt, und bei Ronçon an der oberen Loire ist die erste *Marsilia* (*M. Marionii*) aufgefunden worden.

Zu dem unteren Eocän dürfte, wenn nicht vielleicht zu einem noch tieferen Horizonte, die Bernsteinflora zu zählen sein. Gewöhnlich rechnet man sie, besonders früher, zum Oligocän, und darüber kann ein Zweifel nicht obwalten, dass der *Succinit*[1]) diesen

[1]) Unter dem Namen Bernstein fasst man eine ziemlich grosse Anzahl fossiler Coniferenharze zusammen, die chemisch zum Teil sehr verschieden sind; das häufigste, hier allein im Sinne gehaltene, führt gegenwärtig in der Wissenschaft den Namen *Succinit.*

Schichten eingelagert ist; er findet sich aber dort auf sekundärer Lagerstätte, und da diese dem untersten Oligocän angehört, so muss das Zeitalter, in dem die Bernstein liefernden Bäume grünten, mindestens im Eocän gesucht werden.

Das Harz, welches viele Pflanzenteile, ebenso wie tierische Reste, dicht umschloss und oft bis in die feinsten Einzelheiten erkennbar aufbewahrte, entstammte einem, vielleicht auch mehreren Nadelhölzern aus der Gattung *Pinus* im weitesten Sinne. Die Struktur des Holzes, die Entstehungsweise des Harzes, die Veränderungen, welche es erfahren hat, sind auf das genauste durch Conwentz studiert worden; mit welchen sonstigen erhaltenen Resten der Baum aber zusammengehört, und welcher lebenden Art er näher gestanden hat, ist heute noch nicht sicher.

Vermischt mit Zellsaft entfloss das Harz schon bei geringen Verletzungen, besonders aber aus Astlöchern den Bäumen, blieb an den Aesten hängen oder tropfte ab und erfuhr häufig eine Umschmelzung, wodurch Luft und Flüssigkeitsmengen austraten und der trübe Bernstein klar wurde. In der Nähe befindliche oder durch den Wind zugeführte Körper, darunter auch Pflanzen, wurden von solchen Harzergüssen eingeschlossen. Die Körper selbst sind dann meist zu Grunde gegangen; selbst die am schönsten erhaltenen Blüten stellen nur Hohldrucke dar im Bernstein, ihr Inneres enthält nur kärgliche Kohlenkrümel. Wahrscheinlich standen die Bernsteinwälder in den Teilen von Südschweden, die heute vom Meere bedeckt sind; man hat dort in Kreidegesteinen auch *Pinus* mit erhaltenen Zapfen gefunden. Aehnlich den Harzmengen in unseren Urwäldern oder den Copalen in Afrika, den Damaraharzen in Neu-Seeland kam der Bernstein nach dem Sturz der Bäume in den Erdboden. Später müssen die Wälder, bezw. die Böden, auf denen sie gewachsen waren, unterwaschen worden und in die See gestürzt sein. Die Thätigkeit der Wellen spülte dann die Harze von einem spezifischen Gewichte, das dem des Seewassers fast gleich kommt, in die oligocänen Lagerstätten ein. Auch diese sind später mehrfach, besonders während der Glazialzeit, wieder teilweise zerstört worden, so dass sich der leicht bewegliche Bernstein auch im Diluvium nicht selten hie und da innerhalb der weiten Grenzen dieser Formation eingebettet findet.

Der Bernstein ist an der ganzen Ostseeküste verbreitet und findet sich, wenn auch viel seltener, an der Nordsee; die Hauptmenge aber liegt im Samlande, dem Gebiete zwischen dem frischen und kurischen Haffe; dort tritt die „blaue Erde“, eine glaukonitische, daher eigentlich grün gefärbte, sandig-erdige Schicht, seine gegenwärtige Lagerstätte, längs der Küste an vielen Stellen zu Tage. Auch unterseeisch steht sie an, und die Wellen spülen fortgesetzt Bernsteinstücke in kleineren und grösseren Klumpen aus, die früher entweder durch Taucher gesammelt oder nach Stürmen im Tange von der See ausgeworfen, von den Strandbewohnern gefischt oder aufgelesen wurden. Viel wichtiger als die Fischerei ist die Bernsteingräberei, welche von Palmnicken über Kraxtepellen bis Hubnicken im Stollenbetriebe ausgeübt wird.

Im ganzen Samlande ist die Bernsteingewinnung Regale und verpachtet; die Einsammlung ist demnach verboten; der Finder hat also eigentlich die Stücke abzugeben und nur den Fundlohn zu beanspruchen.

Hinsichtlich der Erhaltung und des wissenschaftlichen Wertes, welcher den Resten zukommt, steht die Bernsteinflora allen Sammlungen pflanzlicher Einschlüsse weit voran; neben ihnen haben nur verkieselte und verkalkte Pflanzenreste, welche durch Dünnschliffe wissenschaftliche Aufschlüsse geben, eine ähnliche Bedeutung. Von Kryptogamen sind besonders *Moose* und zwar sowohl *Laub-* als *Lebermoose* von Wichtigkeit; doch fehlen auch *Pilze* keineswegs, besonders hat man die Wirkungen der Baumvernichter *Polyporus mollis* und *Trametes radiciperda* ebenso genau verfolgen können wie an lebenden Bäumen.

Die *Lebermoose* haben mit Ausnahme der Gattung *Phragmocoma* nur solche Arten ergeben, die für Zentraleuropa charakteristisch sind; von der erwähnten ist nur eine britische Art bekannt, die anderen gehören dem wärmeren Amerika und Asien an. Die *Coniferen* sind durch 2—5nadelige *Pinus* und durch *Picea*arten vertreten, sonst finden sich *Thuja occidentalis, Taxodium distichum* var. *miocaenica, Glyptostrobus* und *Widdringtonia.*

Von Monokotyledonen kennt man Blüten der Gattung *Smilax*; von Palmen ist die *Phoenix*blüte (*P. Eichleri*) vollkommen gesichert; eine zweite Blüte ist *Sabal*-ähnlich; auch Blattreste, die sicher von Fächerpalmen stammen, sind im Bernstein eingeschlossen vorgekommen. Der sehr zierliche Blütenstand von *Acoropsis minor* stimmt sehr gut mit den Inflorescenzen der kleinen *Acorus*arten Japans überein. Die Zahl der Dikotyledonenreste, welche eine einigermassen sichere Bestimmung erlauben, beläuft sich auf 101; die interessantesten sind folgende: die Gattung *Quercus* ist in den Blüten prachtvoll erhalten, ganze unversehrte Kätzchen, welche alle Details der Blüten erkennen lassen, sind unversehrt aufbewahrt; die Sternhaare derselben bilden einen häufig wiederkehrenden Bestandteil der Einschlüsse, auch männliche Blüten von *Castanea* und junge Früchte von *Fagus* sind völlig zutreffend identifiziert. Sehr erwähnenswert ist eine monandrische *Urticaceen*blüte: *Forskohleanthium nudum*; ungewöhnlich schön aber zeigen sich Blüten von *Lauraceae,* zwei derselben gehören zur Gattung *Cinnamomum*, eine stellt den Typus einer jetzt ausgestorbenen Gattung dar: *Trianthera eusideroxyloides;* sehr gut ist auch die Blüte der japanischen *Theaceen*gattung *Pentaphylax* erhalten, sie wird aber noch übertroffen durch die prächtige, fast 3 cm im Durchmesser haltende Blüte von *Stuartia Kowalewskii*, höchst wahrscheinlich sehr nahe verwandt mit *St. monadelpha* aus Japan, die auch fossil dort im Miocän gefunden worden ist. Von *Acer* sind mehrere Arten bekannt. *Antidesma* hat eine Blüte gewährt, von *Saxifragaceae* sind mehrere Typen vorhanden, darunter die charakteristischen Staubblätter von *Deutzia;* auch *Hamamelis*-ähnliche Blüten kommen vor. Sehr schöne Einschlüsse sind die Blüten von *Connaracanthium roureoides* und der zu den *Rosaceae* gestellten

Gattung *Mengea*. Die *Ericaceae* lieferten schuppenblättrige Zweige und die sehr kenntlichen Früchte der Gattung *Andromeda*; *Myrsine*-ähnliche Blüten kommen ebenfalls vor; endlich sind die *Loranthaceae* durch die eigentümliche, sehr kleinblütige Gattung *Patzea* vertreten, die sich gut mit *Arceuthobium* vergleichen lässt.

Fragt man sich, ob und mit welcher Flora sich die uns erhaltene Pflanzenwelt des Bernsteins vergleichen lässt, so kann dies einzig und allein mit der von Japan, des östlichen Asiens überhaupt und der entsprechenden nordamerikanischen geschehen: die *Cinnamomum, Theaceae, Deutzia* sind so ähnlich, dass sie sich ohne Zwang mit lebenden Formen in Beziehung setzen lassen. In den *Coniferen* und *Hamamelis* haben wir die deutlichsten Hinweise nach den Vereinigten Staaten: *Taxodium distichum* var. *miocaenica* ist von der lebenden *Sumpfcypresse* nicht spezifisch verschieden und *Biota occidentalis* stimmt mit dem jetzigen amerikanischen *Lebensbaume* völlig überein. Die 2-, 3-, 5 nadeligen *Pinus* gehören beiden Distrikten an, und wenigstens von einer Bernsteinfichte hat man neuerdings gezeigt, dass sie sich am besten an die *P. ajanensis* in Sibirien anschliessen lässt.

Keine Gruppen des Tertiärs haben über die Erde eine solche Verbreitung als das Oligocän und Miocän, welche wegen der Aehnlichkeit im Charakter der Flora gemeinschaftlich behandelt werden sollen, zumal es oft, wie bei gewissen Braunkohlen, nur sehr schwer ist zu entscheiden, ob sie dem einen oder dem anderen Horizonte angehören. Diejenigen fossilen Reste, welchen die grösste Wichtigkeit zukommt, weil sie auch technisch eine weitgehende Benutzung erfahren haben, gehören den *Coniferen* an: es sind die Braunkohlenlager. Für Deutschland ganz besonders sind diese Kohlen nächst der Steinkohle die wichtigsten fossilen Brennmaterialien; dies gilt auch für das festländische Europa überhaupt, während ausserhalb unseres Kontinentes, z. B. auch in Schweden, jurassische Kohlenlager eine ebenso hohe Bedeutung gewinnen.

Das Braunkohlengebirge findet sich in Deutschland auf einer Ausdehnung von mehreren Tausend Quadratmeilen; unter den Flötzen, die zuweilen freilich nur bis zu dünnen Kohlenschnüren herabsinken, liegen gewöhnlich fette, weisse oder graue Thone, häufig mit reichlichen Pflanzenabdrücken und unter ihnen lose Quarzgerölle oder Sande, die zuweilen durch ein kieseliges Bindemittel verkittet sind. Die Flötze können eine Mächtigkeit von 30 – 50 m und mehr erreichen und sich mehrfach wiederholen; Zwischenlagerungen von Alaunschiefern sind dann nicht selten. Die Braunkohlen sind das Produkt einer üppigen Baumvegetation, welche in sumpfigen Distrikten über die ganze norddeutsche Tiefebene zerstreut war; nach den erhaltenen Resten kann man sie als eine subtropische ansprechen; sie verlangte ein Klima, das uns heute etwa in Florida begegnet. Die Hauptmasse bildet ein Holz von *Cypressen*struktur, welches wahrscheinlich grossenteils von der *Sequoia Couttsiae* herstammt; daneben kommen seltener Hölzer von *Palmen* und solche von der Struktur der *Betula* vor. Welche Dimensionen diese Bäume erreicht haben, geht aus der Thatsache hervor, dass in Schlesien

ein Braunkohlenbaum von 10 Meter Umfang ausgegraben wurde. In den begleitenden Gesteinen sind die Blätter vieler Pflanzen so gut erhalten, dass man sie mit einiger Sicherheit bestimmen kann, namentlich gilt dies von *Cinnamomum, Acer, Alnus, Juglans, Carya, Trapa* und *Salvinia*, von denen auch Früchte teilweise bekannt geworden sind. Nicht minder sind Fieder- und Fächerpalmenwedel gefunden worden, die als *Sabal, Flabellaria, Phoenicites* beschrieben wurden.

Die Struktur der Kohle ist sehr verschieden, meist ist aber die pflanzliche Struktur unter dem Mikroskop ohne besondere Präparation noch vortrefflich zu erkennen; auch äusserlich tritt die Längsfaserung und die Sonderung der Jahresringe oft überraschend deutlich zu Tage. Andere Kohlen sind allerdings sehr dicht, wie die sehr wertvolle böhmische Pechkohle, die zuweilen der Steinkohle gleicht, oder sie werden erdig. Von grosser Bedeutung ist die paraffinreiche, hallische Kohle, auf der eine ausgedehnte Paraffinfabrikation beruht.

Die Braunkohlen sind geognostisch sicher nicht gleichen Alters; während die in Mitteldeutschland und die des Harzes dem Oligocän angehören, und auch die von Bovey Tracey in England mit den oberen Horizonten desselben gleich gesetzt werden, sind die west- und ostpreussischen Braunkohlenablagerungen in das Miocän zu stellen.

Ueberaus reich an Pflanzeneinschlüssen ist das Miocän des südlichen Frankreichs, und zwar hat hier die Umgebung von Aix einen besonderen Ruf erworben. Die Gipse von Aix wurden früher zu dem Eocän gerechnet, jetzt räumt man ihnen einen höheren Horizont ein; sie haben viele Hunderte von oft sehr gut erhaltenen Resten geliefert; die *Coniferen* waren durch *Callitris Brongniartii, Widdringtonia, Pinus* vertreten; von *Palmen* hat die *Flabellaria Lamanonis* Blätter, deren Spreiten 1,5 m Durchmesser halten; auch *Dracaenen*- und *Scitamineen*-ähnliche Blätter wurden gefunden, ferner die Hülsen mehrerer *Leguminosen*, zweifellose Früchte von *Betula, Ulmus* und von *Engelhardtia*, angeblich auch die Blüten von einem *Bombax*, die wir oben schon als fraglich bezeichneten; ebensowenig ist die Bestimmung vieler Dikotyledonenblätter als sicher anzusprechen. In einem etwas höheren Niveau begegnen uns die für das mittlere Tertiär bezeichnenden und in einer eigentümlichen Gleichförmigkeit über die ganze nördliche Halbkugel verbreiteten *Coniferen Libocedrus salicornioides*, deren lebende Verwandten heute nur auf der südlichen Hemisphäre gedeihen, *Sequoia Sternbergii*, über deren Verwandtschaft wir schon oben gesprochen haben, *Taxodium distichum* var. *miocaenica*, einer der verbreitetsten und häufigsten Bäume und völlig übereinstimmend mit der lebenden virginischen Sumpfcypresse, endlich *Glyptostrobus europaeus*, dessen einziger lebender Verwandter Ostasien angehört. Dann finden wir wieder die *Myrica*blätter mit mehr oder minder ausgeprägter schrotsägezähniger Serratur, die so lange Zeit für *Proteaceae* angesehen wurden und hauptsächlich das Material für die Anschauung lieferten, dass im Tertiär ausgeprägte

neuholländische Florenelemente nachweisbar seien; auch viele andere Blattreste aus zahllosen Familien werden aufgezählt; besonders spielen die *Araliaceae* eine grosse Rolle, ohne dass aber die Bestimmung besonderes Vertrauen erweckt; was man früher *Dewalquea* nannte, wird jetzt auch als *Aralia* bestimmt. Unter dem Namen *Rhizocaulon* sind breite, durchbohrte, grasähnliche Blätter mit rispigen Blütenständen verknüpft worden: daraus ist eine eigene Familie gemacht worden, die man mit den *Eriocaulonaceae* verglich. Wahrscheinlich liegen Rhizome, Stengel und Blätter von *Cyperaceae*, vielleicht auch von *Gramineae* vor; die Inflorescenzen geben keinen Aufschluss und gehören durchaus nicht sicher dazu. Sehr bemerkenswert sind die schönen Reste von *Nymphaeaceae*; sie beginnen schon in der Kreide mit *Nelumbo*; eine Art, *N. Buchii*, ist im Tertiär (Monte Promina in Dalmatien und in Krain) verbreitet, und auch in England hat man Spuren getroffen; in Südfrankreich sind prächtige Blätter und Blüten von *Nymphaea* und die Früchte einer neuen Gattung *Anoectomeria* (mit *A. Brongniartii*) gefunden worden; dazu kommen noch die Samen einer anderen ebenfalls ausgestorbenen Gattung *Holopleura*, welche in den Braunkohlen von Wetzlar und in den viel jüngeren Kohlenschichten von Dürnten und Uznach gefunden worden sind. Sicher gestellte Reste der Dikotyledonen sind noch folgende: mehrere Formen der Gattung *Cinnamomum*, welche unter dem Namen *C. Scheuchzeri* und *C. polymorphum* gehen; es sind nicht bloss Blätter, sondern auch erkennbare Blüten- und Fruchtreste gesehen worden; die letztere Art scheint von dem japanischen *Cinnamomum Camphora*, die erstere von *C. pedunculatum* nicht verschieden zu sein. *Liquidambar europaeum* ist ebenfalls nach Blütenresten als richtig bestimmt gewährleistet; auch diese Pflanze ist von dem lebenden nordamerikanischen *L. styraciflunm* nicht erheblich verschieden. *Populus latior* scheint mit *P. monilifera* aus Nordamerika, *P. mutabilis* mit der orientalischen *P. euphratica* identisch und die weit verbreitete *Fagus Antipofii* stimmt mit *F. americana* gut überein; ebenso weichen *Alnus Kefersteinii* von *A. glutinosa, Castanea Ungeri* von *C. vesca, Juglans acuminata* von *J. regia, Planera Ungeri* von *Pl. Richardii*, endlich *Trapa borealis* von *T. bispinosa* nur unerheblich ab. Die Gattung *Acer* ist sehr reichlich entwickelt, und zwar liegen Früchte von einer Grösse vor, wie sie die lebenden Arten nicht mehr aufweisen (*A. macropterum*); die häufigste Art ist *A. trilobatum*. Von *Tilia* sind Früchte mit den Deckblättern gefunden worden; von *Magnoliaceae* sind Blätter und Früchte der *Magnolia Inglefieldii* aus Nordgrönland ebenso sicher gestellt, wie die Blätter und Samen von *Liriodendron Procaccinii*, die weit im Tertiär verbreitet ist. *Fraxinus* und *Nyssa* sind ebenfalls in Früchten erkennbar erhalten. Sehr bemerkenswert ist das Vorkommen von Leguminosen: das weit verbreitete *Podogonium Knorri*, von dem nicht bloss Blätter, sondern Blüten und die einsamigen, aufspringenden Hülsen bekannt sind, ist sicher eine *Mimosoidee*; die Gattung *Micropodium* scheint von *Cercis* nicht verschieden zu sein.

Was die Verbreitung des mittleren Tertiäres anbetrifft, so finden

wir das nördlichste Vorkommen auf der Erde unter 81° 45′ n. Br. in Grinnelland, dann folgt nach Süden vorschreitend unter 77½° bis 79° n. Br. die miocäne Flora von Kap Staratschin auf Spitzbergen und die grönländische am Waigat bei der Insel Disko zwischen 69° und 72° n. Br. Von Grönland lässt sie sich weit durch Canada bis nach den Vereinigten Staaten verfolgen; auf der östlichen Hälfte der Erdkugel ist sie aber von Sibirien über Kamtschatka, Sachalin, Japan bis nach Aljaska bekannt, wo sie mit den westlichen amerikanischen Vorkommen zusammenstösst, so dass eine geschlossene circumpolare Zone erwächst. Ueber die Inseln Island (hier heissen die Schichten Suturbrand), Mull, Nordirland, England finden wir dann den Weg nach Deutschland und Frankreich bis nach Italien und Griechenland. Die schon in der Kreide ausgeprägte Zonenbildung ist in dem mittleren Tertiär mit seinen zahllosen mehr als 1000 gesonderten, wenn auch teilweise schlecht begründeten Formen noch besser nachzuweisen. In Frankreich haben wir bereits die Palmen erwähnt, die sich auch noch in mehreren Arten zu Lausanne, an dem hohen Rhonen in der Schweiz und zu Oeningen im badischen Teile des Bodenseegestades gefunden haben. Wir müssen hier aus dem Zusammenblühen mit Weiden und Platanen ein Klima suchen, das etwa dem von Madeira entsprach; ähnlich ist auch die Vegetation zu Radoboj in Kroatien, Sotzka in Krain und Bilin in Böhmen. Sicher war das Klima in Griechenland noch wärmer, als zu Kumi eine reiche Tertiärflora blühte. Diese ist deswegen für uns von Interesse, weil hier mit *Zamites epibius* und *Encephalartos Gorceixianus* die Familie der *Cycadaceae* von Europa Abschied nimmt.

Schon das nur um wenige Grade nördlicher als Oeningen gelegene Schossnitz bei Breslau gibt uns ein erheblich abweichendes Florenbild: *Taxodium*, *Liquidambar*, *Platanus*, subtropische *Weiden* und *Acer* sind zwar sehr häufig, aber sowohl *Palmen* wie *Lauraceae* sind verschwunden; noch auffallender wird der Unterschied, wenn wir sogleich den grossen Sprung nach den nördlichsten Punkten der Erde machen: hier herrschen die *Coniferen* deutlich vor und zwar ist unsere gemeine *Fichte* der gewöhnliche Baum, neben dem sich noch zwei Kiefern zeigen. Die Gattung *Torellia* (sie wurde später, weil der Name bereits in der Zoologie Anwendung findet, überflüssiger Weise in *Feildenia* umgeändert), welche durch steife, lanzettliche, stumpfe Blätter gekennzeichnet ist, kann ihrer Stellung nach heute noch nicht sicher bestimmt werden, vielleicht schliesst sie sich an die *Gingko*-artigen Bäume an. Von Laubbäumen sind am häufigsten *Ulmus borealis* und die weitverbreitete *Corylus Mac Quarrii*. Diese Pflanzenwelt entspricht der bei uns heute gedeihenden und erfordert eine jährliche Durchschnittstemperatur von über 8° C., während die gegenwärtige dort —20° C. beträgt. Die Floren von Spitzbergen und Grönland, letztere mit *Liriodendron*, *Fraxinus*, *Nyssa* und *Gingko*, zum Teil durch Früchte gesichert, zeigen deutlich eine entschiedene Zunahme von Formen wärmerer Klimate, wenn auch die *Palme*, welche von Grönland erwähnt wurde, als solche nicht bestätigt worden ist.

Die uns heute mit Recht im höchsten Masse befremdende Thatsache, dass sich während des Tertiärs noch ebenso wie in den früheren Epochen der Erde in der nächsten Nähe des Poles eine reiche, zum Teil tropische Vegetation entwickeln konnte, hat eine grosse Zahl von verschiedenen Erklärungsversuchen hervorgerufen. Nichts ist dabei befremdlicher als der Umstand, dass diese Flora eine mehrere Monate währende Finsternis ohne Beeinträchtigung ihres Bestandes ertragen haben soll; denn die genügende Wärmemenge, welche für die Existenz immergrüner Pflanzen, wie *Farne, Magnolien* u. s. w. notwendig ist, kann man sich, sei es durch eine höhere Erd- oder Sonnenwärme oder durch Warmwasserströme beschafft, vorstellen. In neuerer Zeit hat man sich dem Gedanken mehr zugeneigt, dass entweder seit jener Zeit eine Verlegung des Pols oder eine Aenderung in der Neigung der Erdachse gegen die Ekliptik stattgefunden hat. Man hat diese Meinung dadurch zu stützen gesucht, dass die miocänen Pflanzen von Japan eine Flora von nördlicherer Facies gezeigt haben, als ihrer relativen Breite entsprechen würde. Man hat gemeint, dass der Pol um 10° nach Osten bis etwa 120° ö. L. von Ferro verschoben gewesen ist, so dass Grönland von dieser Lageveränderung den grössten Nutzen gezogen hätte; die Schweiz wäre dann etwa unter 35° n. Br. gelegen gewesen.

Was man von tropischen Tertiärfloren kennen gelernt hat, ist spärlich und weniger gut erhalten; es scheint aber genug zu sein, um darzuthun, dass die Gewächse von den jetzigen Formen nur wenig abwichen. Noch weniger wissen wir von der damaligen Pflanzenwelt der südlichen Hemisphäre: die 70—80 australischen Formen, welche von Ettinghausen bestimmt worden sind, zeigen zu deutlich eine Führung in der Benennung durch den Gedanken, dass zur Tertiärzeit eine Flora von einheitlicher Zusammensetzung die ganze Erde bedeckt habe. Nicht viel sicherer sind Bestimmungen tertiärer Pflanzenreste aus Chile; dagegen ist eine *Sequoia*, die der *S. Tournalii* ähnlich ist, sicher ermittelt. Interessant ist jedenfalls die Thatsache, dass im Tertiär von Kerguelenland *Araucaria*-Stämme verkieselt mit gut erhaltener Struktur gefunden worden sind, welche auf eine ehemalige Verbindung der beiden gegenwärtig weit getrennten Verbreitungszentren der Gattung hinweisen.

Jetzt werden nun nach und nach die Gewächse, welche wir gegenwärtig als Fremdlinge unserer Klimate ansehen, ausgeschaltet. Besonders lehrreich für diesen Eliminationsprozess ist das reichlich entwickelte Pliocän Frankreichs: zu Meximieux, welches die tiefsten Lagerstätten enthält, begegnen uns noch *Glyptostrobus*, die japanische *Torreya, Liriodendron,* auch breitblättrige Gräser, den japanischen, zwerghaften *Bambuseae* ähnlich; eingemischt aber erscheinen *Adiantum reniforme*, *Woodwardia radicans, Nerium Oleander,* eine *Juglans*, der *J. regia* ähnlich und eine *Punica* in Blütenknospen und Blättern. Wenn die Bestimmungen der Blätter von *Laurus* und *Apollonias*, sowie von *Ilex canariensis* völlig zutreffend sind, so muss man zugeben, dass die Flora von Meximieux am besten mit derjenigen der Canaren verglichen werden kann.

In der obersten Abteilung des Tertiär, dem Pliocän, nähern wir uns den heutigen Verhältnissen, die schon wenigstens für die gesamte nördliche Halbkugel im Miocän so weitgehend angebahnt worden sind, noch mehr. Der gemeinsame Charakterzug jener so weit durch Amerika, Asien und Europa verbreiteten Flora ist, dass Formen, die heute auf der westlichen Halbkugel noch erhalten sind, sogenannte nordamerikanische, eine grosse Rolle spielen (*Liquidambar, Sassafras, Liriodendron, Magnolia, Acer, Sequoia, Taxodium*); dazu treten einige, die nach dem heutigen Vorkommen ostasiatische genannt werden (*Glyptostrobus, Cinnamomum, Planera, Gingko*), und einige wenige afrikanische (*Callitris, Widdringtonia*); hauptsächlich wiegen die Pflanzen der wärmeren gemässigten Zonen vor, doch auch einige subtropische, wie die Palmen, treten noch in gegenwärtig kühleren Gegenden auf, um aber schon zu Anfang des Miocäns aus den Ländern nördlich der Alpen zu verschwinden.

Aehnliche Reste finden sich auch am Cantal, während die Formen aus den Tripelmergeln von Ceyssac den kümmerlicheren Charakter einer Gebirgsflora aufweisen, mit Formen, die an die gegenwärtigen noch näher herankommen. In Deutschland liegt Oberpliocän bei Frankfurt a. M., wo noch amerikanische Pflanzen (*Juglans cinerea, Liquidambar*) mit europäischen (*Aesculus Hippocastanum, Fagus, Carpinus*) gemischt sind. Bei Rippersroda, im Thale der zahmen Gera, wurde *Trapa Heeri*, mit *T. natans* verwandt und vierstachlich, nebst *Corylus inflata*, unserer gewöhnlichen Haselnuss nahe stehend, gefunden.

J. Das Diluvium.

Die der Gegenwart unmittelbar vorausgehende Zeit hat durch die ausserordentliche Entwickelung von Gletschermassen auf die Floren der Jetztzeit den grössten Einfluss so weit hin ausgeübt, als sich die Gletscherströme ergossen haben. Durch die Anwesenheit der Grund- und Stirnmoränen, welche in dem Geschiebelehm die nordischen Findlinge mit Kiesen und Sanden einschliessen, und durch die Kratzspuren an den anstehenden Gesteinen kann die Grenze der Eiswirkungen auf der Oberfläche der Erde von der Themsemündung über Holland und Norddeutschland bis zum Harz, dem Erzgebirge und den Sudeten über Galizien bis Kiew und von hier über Nischni Nowgorod bis an den Ural verfolgt werden. Der Ursprung dieser ungeheuren Eiskappe lag in Skandinavien. Ein noch grösseres Areal bedeckte das Eis in Nordamerika, wo man die Moränenspuren bis in die Breite von Baltimore verfolgen kann. Ausser diesen Haupteisfeldern strahlten von allen Gebirgen, die 1000 - 1500 m überragten, Gletschermassen in die Ebenen, so von Englands Gebirgen, den Sudeten, Karpaten und namentlich den Alpen.

Die Vegetation war diesen Verhältnissen entsprechend; man hat in den Glazialthonen Schonens die Reste einer arktischen Flora mit *Dryas octopetala*, *Betula nana, Salix polaris* ebenso gut gefunden, wie unter einem diluvialen Kalktuff bei Schussenried in

Schwaben die nordischen Moose *Hypnum sarmentosum* und *H. groenlandicum*, welche dort einst unter dem Einflusse der grossen, bis dorthin reichenden Alpengletscher wuchsen. In diesen unteren Lagen des Diluviums sind häufig Reste arktischer Tiere, namentlich des Renntieres eingebettet.

Die Vergletscherung der nördlichen Halbkugel ist aber keine dauernde gewesen; man nimmt jetzt ganz allgemein mindestens zwei weitreichende Eisperioden an, zwischen denen Zeiten mit dem Zurückgange des Eises wechselten; manche Autoren meinen, dass sich dieser Wechsel noch öfter wiederholt hat. Von dem Pflanzenleben dieser Zwischenepochen, von den interglazialen Floren kennen wir mehrere: die ersten und bekanntesten Ablagerungen, die beschrieben wurden, waren die Schieferkohlenfelder von Dürnten und Uznach in den Kantonen Zürich und Uri. Hier wuchsen unsere *Birken, Eichen,* die *Kiefer* und *Fichte,* der *Taxus*, das *Schilfrohr, Scirpus lacustris Menyanthes*, *Himbeeren, Galium palustre* u. s. w., während der behaarte Elephant, das Rhinoceros und der Urstier unter den Bäumen weideten; lange Zeit meinte man, dass eine Pflanzengattung nicht mehr zu den lebenden gehöre: *Holopleura*, jene uns schon vom Miocän der Wetterauer Braunkohle her bekannte *Nymphaeacee*; ihre Samen gleichen im Baue aber zu sehr der in Nordamerika und Asien vorkommenden *Brasenia*, als dass man ihre Selbständigkeit noch anerkennen darf.

Interglazial ist auch das Forestbed bei Cromer in England, dort wo die Grenze des skandinavischen Binneneises die Küste von England berührte, von allen hier gefundenen Pflanzen wächst allein *Pinus montana* nicht mehr in der Nähe. Aus den Tuffen von Cannstatt und Stuttgart sind zwar einige eigentümliche Formen, wie *Quercus Mammuthii*, *Populus Fraasii* und ein *Juglans* beschrieben worden, deren erneute Prüfung wohl wünschenswert wäre; der dort beobachtete *Buchsbaum* wächst aber heute auch nicht mehr in der Gegend.

Zu den interglazialen Ablagerungen werden auch einige Torfe in Holstein gerechnet, welche Reste von Sumpfgewächsen, wie *Ceratophyllum*früchte, geliefert haben; Samen von besonderer Form, zu den Nymphaeaceae gerechnet, bilden die Grundlage für das ausgestorbene Geschlecht *Cratopleura* (*C. holsatica*). Dasselbe Objekt wurde auch zu Klinge bei Cottbus gefunden im Verein mit unseren gegenwärtig noch lebenden Laub- und Nadelhölzern. Hauptsächlich dieser Samen halber, die gegenwärtig ebenfalls als zu *Brasenia* gehörig angesehen werden, und wegen eines rätselhaften Objektes (Frucht oder Samen), des *Folliculites* (*Paradoxocarpus*), das seiner Deutung nach bis jetzt nicht sicher gestellt ist, werden diese Ablagerungen für interglazial gehalten.

In der gesamten norddeutschen Tiefebene ebenso wie in der Schweiz, in England, Dänemark und Schweden finden sich unter den zum Teil noch fortwachsenden Torflagern an vielen Stellen Spuren einer einstigen arktischen Flora, die sich hauptsächlich durch die folgenden drei polaren Pflanzen, *Dryas*, *Betula nana* und *Salix polaris* kennzeichnet.

Nach dem Rückgange des Eises scheint eine Steppenbildung von dem freigewordenen und erwärmten Lande Besitz ergriffen zu haben, wie durch die Lössbildung und das Vorkommen der zahllosen Reste von Steppentieren in gewissen Gegenden (Westeregeln und Thiede) dargethan wird. Für die erhebliche Erhöhung der Temperatur sprechen auch die Einschlüsse in der Höttinger Breccie bei Innsbruck, in der als wichtigster Fund die Blätter von *Rhododendron ponticum* bezeichnet werden müssen. Man hat auch mit Recht das Vorkommen der vielen östlichen Typen, welche sich bis nach Oesterreich, Böhmen und noch weiter nach Norden und Westen erstrecken, mit der Entwickelung der damaligen Flora in Zusammenhang gebracht.

Auch in den Gegenden, welche ausserhalb der direkten Einwirkung des Eises sich befanden, ist eine Herabdrückung der Temperatur durch die Vergesellschaftungen der Pflanzen nachweisbar; so finden sich in den Kalktuffen von Marseille, bei Massa maritima, *Ficus Carica, Laurus nobilis* und *L. canariensis*, *Celtis australis, Fraxinus Ornus, Vitis vinifera, Cercis Siliquastrum* zusammen mit *Pinus Laricio, P. montana*, *Ulmus campestris*, *Populus alba*; bei la Belle in der Nähe von Paris hat man *Ficus Carica, Laurus nobilis* mit denselben Pflanzen angetroffen und bei Nogent sur Seine kam *Juglans regia, Acer opulifolium, Buxus sempervirens* mit *Populus canescens*, *Salix cinerea* u. s. w. vor. Reich an Pflanzenablagerungen ist auch der Travertin von Mittelitalien, aus dem *Vitis vinifera, Cistus salviifolius, Olea europaea*, *Linum usitatissimum*, *Staphylea pinnata*, *Amygdalus communis*, aber auch *Sempervivum tectorum, Mentha aquatica, Alnus glutinosa* gewonnen wurden.

Aus diesen Funden geht noch eine andere interessante Thatsache hervor, dass nämlich eine ganze Anzahl Kulturpflanzen, von denen man früher meinte, dass sie aus dem Osten des Mittelmeeres eingeführt worden wären, noch in verhältnismässig neuerer Zeit in Europa ein ausgedehntes Wohngebiet besassen (*Vitis, Olea, Laurus, Amygdalus, Ficus, Linum*); die Wahrscheinlichkeit, dass dieselben erst zu uns gebracht worden seien, wird durch diese Wahrnehmungen sehr erheblich erschüttert.

Welchen Wert die Bestimmung von Blättern allein unter Umständen hat, wird durch die Reste aus der oben erwähnten Höttinger Breccie dargethan. Früher meinte man, dieselben gehörten dem Tertiär an, sie wären mit Oeningen gleichaltrig und bestimmte sie als *Arundo Goeppertii, Acer trilobatum*, *Chamaerops, Actinodaphne hoettingensis, Cnestis, Dalbergia bella* u. s. w.; heute hat man erkannt, dass alle diese Fragmente, mit Ausnahme des *Rhododendron ponticum,* von solchen Pflanzen stammen, die gegenwärtig noch dort vorkommen. Wenn derartige Irrtümer begegnen können, falls es sich um die Ermittelung noch lebender Gewächse handelt, um wie viel grösser ist nicht die Gefahr, wenn es sich um Objekte handelt, die nur mit fremdartigen Gestalten zu vergleichen sind.

K. Das Alluvium.

Die Vorgänge, welche sich bezüglich der Fossilisierung in der Vergangenheit abspielten, dauern auch in der Gegenwart noch an; Pflanzenreste werden inkrustiert oder in Thon- und Kalkschlamm eingeschlossen oder von Süsswasserquarzen umhüllt und in mehr oder minder deutlich erkennbaren Resten aufbewahrt. Wir sehen aus solchen Einschlüssen, dass Pflanzen, die sicher einst weit verbreitet waren, in der Folgezeit an Gebiet verloren haben, ja aus manchen Gegenden ganz geschwunden sind; namentlich gilt dies von der *Wassernuss,* die einst in Schweden verbreitet, heute dort nur noch in einer eng begrenzten Oertlichkeit gedeiht und von der *Eibe,* die, einst in Deutschland ein häufiger Baum, gegenwärtig an Terrain verliert.

Die Karbonisierung von Pflanzen findet heute ebenfalls noch statt, und das Produkt derselben, die jüngste Kohle, ist der Torf. Wir können 2 Arten desselben unterscheiden, den der Wiesenmoore und den der Hochmoore; unter allen Umständen ist nämlich zur Bildung des Torfes die Anwesenheit grosser Wassermassen nötig, welche die Pflanzenmengen durchtränken und vor schneller Zersetzung und Zerstörung schützen.

Die Wiesenmoore entstehen in den Senkungen der Ebene dort, wo undurchlässiger Boden Veranlassung zu Wasseransammlungen gibt. Von den Rändern derselben schreitet eine Vegetation, die hauptsächlich aus *Cyperaceae* und *Gräsern* besteht (unter denen das gemeine *Schilf* oft eine wichtige Rolle spielt) immer weiter nach dem Zentrum vor, indem sie sich durch das Absterben der im Wasser befindlichen Teile immer neuen Boden erobern. Auf diese Weise wird der Wasserspiegel verengt und das Becken endlich ausgefüllt. Von *Moosen* finden wir in diesen Gewässern nur die typischen Wasserbewohner, wie *Hypnum fluitans* und *H. giganteum, Hylocomium squarrosum, Climacium dendroides.* Mit den karbonisierten Resten dieser Wassergewächse werden Blätter benachbarter Bäume, Wurzelstücke und Aeste eingeschlossen, und es entsteht aus einem braunen Detritus eine speckartige Masse, in welcher die pflanzliche Zusammensetzung nicht mehr mit dem blossen Auge erkennbar ist.

Ganz abweichend verhalten sich die sogenannten Hochmoore, deren charakteristische Besonderheit in der Anwesenheit des *Torfmooses* (*Sphagnum*) liegt. Sie treten hauptsächlich in kühleren Gegenden auf und fehlen in den Tropen gänzlich. Eine besondere Verbreitung besitzen sie in den Hochgebirgen und den Ebenen der höheren geographischen Breiten; sie nehmen aber auch in denen der gemässigten Zone keine geringen Territorien ein. Die Torfmoose sind durchaus kalkfeindliche Pflanzen; ihr Vorkommen und somit die Bildung der Hochmoore ist also stets an kalkfreies Wasser geknüpft; sie können nur dort sekundär auf Wiesenmooren erscheinen, wo sie durch Polsterbildungen von *Cyperaceae* u. s. w. dem direkten Einflusse des Bodenwassers entzogen sind.

Die Hochmoore haben ihren Namen keineswegs deswegen er-

halten, weil sie in höheren Lagen vorkommen, sondern weil sie im Zentrum eine konvexe Wölbung zeigen, so dass bisweilen durch die Erhöhung der Anblick des jenseitigen Ufers des Moores entzogen wird. Indem das Moorwasser von dem erhöhten Zentrum abfliesst, frisst das Hochmoor im Gegensatz zu dem Wiesenmoore immer weiter um sich; es ist deswegen für den Forstbetrieb sehr nachteilig, denn es trägt sehr wesentlich zur Verminderung der Waldbestände in den höheren Gebirgsdistrikten bei.

Auch in den Hochmooren verhindert die Wasserbedeckung eine völlige Auflösung und Zerstörung der pflanzlichen Abfallkörper; die Torfmoose zumal werden häufig so vollkommen erhalten, dass man sie nach den Blättern bestimmen kann. Getrocknet ist dieser Moostorf eine sehr leichte, äusserst poröse Masse, die heute eine ausgedehnte technische und medizinische Verwendung findet.

Hat das Hochmoor ein Maximum der Erhebung erreicht, so trocknet es am Gipfel ab und gibt den Boden für die Besiedlung einer eigentümlichen Flora mit *Carex*arten, *Andromeda*, *Ledum*, *Drosera*arten, *Calluna*. Die von ihnen stammenden Reste, eingewehte Blätter, Astfragmente, aber auch die grösseren Trümmer der von den Mooren zum Absterben gebrachten Bäume und Sträucher werden von ihnen umwachsen, eingeschlossen, und es wird eine obere Masse erzeugt, die schwer genug ist, um die tieferen Schichten zusammenzupressen. Hiedurch senken sich die oberen Zonen und kommen wieder in tiefere und feuchtere Lagen, so dass sie von neuem in eine üppige Entwickelung eintreten, bis sie wieder mächtige, hochgewölbte, über das Niveau ragende Lager bilden, die wieder zusammengedrückt werden; und so geht das abwechselnde Spiel weiter.

Zusammenfassung.

Nachdem wir die Entwickelung der Pflanzenwelt nach den gegenwärtigen Kenntnissen durch die geologischen Formationen verfolgt haben, wollen wir dieselbe nochmals in kurzen Zügen zusammenfassen. Die ersten kenntlichen und zweifellosen Spuren von pflanzlichen Lebewesen begegnen uns im Silur: es sind hoch entwickelte, mit mächtigen Stämmen versehene Algen, also Wasserbewohner. Aus dieser Beobachtung, sowie aus der ausserordentlich mannigfaltigen Tierwelt, deren zweifellose Reste selbst aus viel tieferen Schichten bekannt sind, geht auf das allerbestimmteste hervor, dass schon früher eine üppige und wahrscheinlich auch formenreiche Flora existiert hat, von der uns entweder keine Reste erhalten oder uns bis heute nicht bekannt worden sind. Im Devon erscheint eine schon ziemlich gestaltenreiche Landflora, hauptsächlich aus Archegoniaten zusammengesetzt, welche sich im Kulm, besonders aber in dem produktiven Kohlengebirge und dem damit eng verbundenen

Perm so weit differenziert, dass man in dieser Zeit die Hauptentfaltung jener Pflanzenklasse erkennen muss. Einen wesentlichen Bestandteil der Flora macht die noch heute vorhandene Gruppe der *Farne* aus, aber auch ausgestorbene Gruppen (*Calamitaceae*, *Lepidodendraceae*, *Sigillariaceae*) beteiligen sich an der Zusammensetzung; *Gymnospermen*, und zwar aus der ausgestorbenen Familie der *Cordaitaceae*, treten ebenfalls bereits aus dem Devon in das Karbon über; in letzterem zeigen sich die ersten Spuren der *Cycadaceae*, ausserdem aber auch schon *Coniferen*, und von Kryptogamen *Moose* und *Equiseten*.

Die Flora der mesozoischen Zeit, gekennzeichnet durch eine weitere Ausbildung der vorhandenen Elemente, scheint ihre Wurzel in einem zur Karbonzeit vorhandenen Südkontinente zwischen Afrika und Australien, vielleicht auch Südamerika umfassend, zu haben, in welchem durch eine Glazialperiode eine erhebliche Veränderung der Karbonflora bedingt wurde. Von hier aus verbreitete sie sich über die nördlicheren Gebiete der Erde. Mit der Trias verschwinden *Cordaiten, Calamiten, Sigillarien*, nachdem die *Lepidodendren* schon früher in Wegfall geraten sind. Bis in den Jura fehlen sämtliche *Angiospermen*. Diese erscheinen in den tieferen Kreideschichten, erringen aber bald eine solche Bedeutung, dass sie in der oberen Kreide die wichtigsten Bestandteile der Flora darstellen; in Jura und Kreide liegt zuerst die höchste Entwickelung der *Cycadaceae*, dann die der *Coniferen*.

Von der oberen Kreidezeit an müssen wir die Flora der Erde schon als den unmittelbaren Vorläufer der modernen ansehen; namentlich in den tropischen Gegenden scheinen die Veränderungen weniger tiefgreifende gewesen zu sein als in der nördlich gemässigten und besonders der kalten Zone. Die äussere Ursache der letzteren liegt in einer auf der Nordhälfte der Erde sich geltend machenden Herabdrückung der Temperatur, welche ihren Abschluss in der Vereisung eines grossen Teiles derselben fand (Eiszeit, Glazialperiode). Durch die Besiedelung des freigelegten Terrains nach dem Rückgange der Vereisung wird der Grund gelegt zu der gegenwärtigen Flora in Europa, Nord- und Mittelasien und Nordamerika. Mit dieser Erkenntnis treten wir in den folgenden dritten Teil dieses Lehrbuches über.

In grossen Zügen stimmt das Auftreten der Pflanzengruppen mit der Anordnung überein, welche das natürliche System darstellt. Die ältesten Formen sind Kryptogamen und zwar erscheinen die *Archegoniaten* später als die niederen *Euthallophyten*. *Phanerogamen* treten später auf als jene, und die *Gymnospermen* wieder viel früher als die *Angiospermen*. Von den letzteren sind offenbar die *Archichlamydeae*, also eine *Dikotyledonen*gruppe, die ältesten; echte *Monokotyledonen* können mit einiger Sicherheit erst aus späterer Zeit nachgewiesen werden.

C. Phytogeographie.

Einleitendes.

Die Pflanzengeographie ist von ALEX. VON HUMBOLDT als Wissenschaft im strengeren Sinne des Wortes begründet worden. Sie befasste sich früher ausschliesslich damit, die gegenwärtige Verteilung der Gewächse auf der Erde zu ermitteln und zu beschreiben, sowie die Ursachen physikalischer Natur festzustellen, welche gewisse Abteilungen des Pflanzenreiches hier begünstigten, oder welche ihnen dort ein Ziel setzten.

Die physikalischen Bedingungen aber genügten nicht, wie man bald erkannte, um eine befriedigende Erklärung für die Verteilung der Gewächse zu geben; deswegen hat man in neuester Zeit ein ganz besonderes Gewicht darauf gelegt, die Floren in ihre Elemente aufzulösen, d. h. diejenigen Teile voneinander zu scheiden, welche den ehemaligen, von früheren Erdperioden überkommenen Rest darstellen von jenen, welche als neu eingewanderte Komponenten aufzufassen sind. Wir werden also unseren Stoff nach einer doppelten Richtung zu betrachten haben, indem wir einmal die Abhängigkeit der Pflanzen von den äusseren Bedingungen untersuchen und dann die eigentliche Verteilung der Gewächse auf der Erde zu schildern versuchen.

A. Die Abhängigkeit der Gewächse von den äusseren Bedingungen.

Diese Abhängigkeit wird sich uns nach einer vierfachen Richtung besonders offenbaren, nämlich in der Abhängigkeit der Pflanzen:

a) von dem Substrat, auf dem sie wachsen;
b) von dem Medium, in dem sie wachsen;
c) von der örtlichen Exposition;
d) von der Einwirkung anderer Lebewesen.

a) Die Abhängigkeit der Gewächse von dem Substrat.

Die Thatsache, dass die Vegetation ein verschiedenes Gesicht je nach der Unterlage zeigt, auf der sie wächst, ist in einigen Gegenden Europas so deutlich in die Augen springend, dass sie seit der Zeit, da der Botaniker nicht mehr bloss nach Seltenheiten die Gegenden durchstreifte, sondern mit offenem Blick auch andere Verhältnisse betrachtete, bekannt wurde. Eine besondere Berühmtheit gewannen besonders folgende Ortschaften: die Keupergegenden Frankens und anderer Teile Mitteldeutschlands zeigen in schnellem Wechsel Zonen mit sehr kalkreichen und kalkarmen Gesteinen auf der Erdoberfläche und weisen eine rhythmische Verschiedenheit insofern auf, als jene sehr häufig *Hippocrepis comosa*, *Gentiana ciliata*, diese hauptsächlich *Sarothamnus scoparius* und die gemeine *Heide* als leitende Charakterpflanzen tragen. Aehnliche Verhältnisse wurden aus der Gegend von Lyon und dem Schweizer Jura beschrieben, und die letzteren waren die Veranlassung, der Frage nach dem ursächlichen Zusammenhange näher zu treten.

Bald machten sich zwei verschiedene Meinungen geltend, indem die einen Botaniker die bedingende Ursache in dem grossen Gehalte des Bodens an Kalk, bezw. dem geringen und dem daraus sich ergebenden Ueberschusse an Kieselsäure erkannten; die anderen meinten dagegen, dass nicht die chemische Zusammensetzung, sondern die physikalische Beschaffenheit der aus den Gesteinen durch Zerfall hervorgehenden Krume die Verschiedenheit der Pflanzendecke bewirke. Die Kalkgesteine liefern im allgemeinen einen äusserst durchlässigen, trümmerartigen Untergrund, der die Feuchtigkeit schnell abführt; er ist heiss und trocken, so dass die Pflanzen durch umfangreiche Grundachsen und häufige Rosettenbildung bei geringem Wurzelvermögen sich zu schützen versuchen. Die kieselsäurereichen und kalkarmen Gesteine dagegen liefern eine tiefgründige, mehr feuchte, kalte Krume, die den Pflanzen ein umfangreiches Wurzelvermögen gestattet. Es kann übrigens keinem Zweifel unterworfen sein, dass der Kalk im Uebermasse für gewisse Pflanzen nachteilig wirkt, so dass diejenigen Gewächse, welche ihn besser zu ertragen vermögen, die anderen, welche ihm gegenüber empfindlich sind, verdrängen; es gibt aber nur sehr wenige Pflanzen, die nicht unter bestimmten, günstigen Voraussetzungen, wenn die Konkurrenz beseitigt ist, auf beiden Bodenarten zu gedeihen vermöchten.

Besonders empfindlich gegen Kalkreichtum sind die *Torfmoose* und das *Heidekraut*, weshalb der Torf der Hochmoore in Gegenden mit sehr kalkreichem Wasser fehlt. Wenn dort aber doch beide inselartig in den Brüchen oder auf den Gebirgen auftreten, so sind ihre Vorkommen an besondere lokale Verhältnisse geknüpft; diese sind entweder durch die Polsterbildungen der Moose oder durch reichliche Humusbildungen hervorgebracht, so dass die auf dem neu geschaffenen Boden gedeihenden Gewächse dem Einflusse des Bodenwassers oder der Felsunterlage entzogen sind. In den Kalkgebirgen

ist nach dieser Richtung das Vorkommen solcher Pflanzen, welche Kalk schlecht vertragen, an den Rändern von Knieholzgebüschen von Interesse: *Rhododendron hirsutum* wächst auf kalkreichem Boden, *R. ferrugineum* bevorzugt in Konkurrenz mit jener *Alpenrose* Kieselboden, wächst aber doch auf jenen humösen Decken des Kalkgerölls; dort wo beide Bezirke sich berühren, kommt nicht selten der Bastard zwischen den Arten vor.

Man hat die Pflanzen nach ihrem Verhalten zu dem Boden, auf dem sie wachsen, eingeteilt in bodenstete, bodenholde und bodenvage Pflanzen. In hohem Masse bodenstet sind z. B. *Ophrys apifera, Androsace lactea, Globularia nudicaulis*, die wohl nur auf kalkreicher Unterlage gedeihen — sie sind kalkstet — während *Androsace obtusifolia* und *Calluna vulgaris* fast als kieselstet zu bezeichnen sind. Kalkhold sind *Achillea atrata* und *Hippocrepis,* während *Pinus silvestris* und *Viscaria viscosa* als kieselhold betrachtet werden können.

Viel ausgesprochener ist die Einwirkung des Substrates auf die Flora, wenn der Boden reich an Salzen wird. Am wichtigsten ist in dieser Hinsicht der Gehalt an Kochsalz und Magnesiumsalzen, die zweifellos für die allermeisten Gewächse direkt giftig wirken. Die Flora wird durch diese Bestandteile so beeinflusst, dass sie als Zeiger für „Salzflecke" dienen kann. Die wichtigsten dieser Salzpflanzen sind *Glaux maritima*, *Samolus Valerandi, Bupleurum tenuissimum, Aster Tripolium, Artemisia maritima*, *Erythraea linariifolia* u. s. w. Der Salzgehalt des Meerwassers bedingt, dass diese Pflanzen uns sämtlich am Gestade des Meeres begegnen, wozu noch einige andere, z. B. *Cakile maritima, Eryngium maritimum, Crambe maritima* kommen, die niemals in den binnenländischen Salzflecken auftreten. Andererseits gibt es einige Salzpflanzen, welche nicht bis an das Meer gelangen; dies sind Gewächse, deren Ursprung aus den Steppengebieten des europäischen Ostens nachweisbar ist, z. B. *Capsella procumbens, Artemisia rupestris, Taraxacum leptocephalum.*

Ungleich häufiger als diese Salzpflanzen im engeren Sinne, die eigentlich als Kochsalzpflanzen bezeichnet werden müssten, sind diejenigen Gewächse, welche einen Anspruch auf hohen Ammoniakgehalt des Substrates machen. Sie finden sich in der Nähe menschlicher Wohnungen, wo durch die Fäulnis tierischer Abgangsstoffe grössere Mengen jenes Körpers erzeugt werden. Durch die üppige Wucherung dieser Ruderalpflanzen wird jede andere Flora bald unterdrückt, und zwar findet diese Austilgung und Veränderung nicht bloss um Städte und Dörfer statt, sondern auch auf den Alpen; hier ist eine Besiedlung mit grossen Kolonien von *Rumex alpinus* stets ein Zeichen, dass an der Stelle ein Sennwirtschaft gewesen ist. Zu den wichtigsten Ruderalpflanzen gehören *Poa annua, Bromus tectorum, Urtica urens*, die *Chenopodia,* wie *Ch. album*, *Ch. Vulvaria, Solanum nigrum, Hyoscyamus niger, Datura Stramonium*, *Verbena officinalis, Anthemis Cotula; Matricaria discoidea* hat sich in neuerer Zeit weit verbreitet.

Von ziemlich untergeordneter Bedeutung ist die vermeintliche Einwirkung des Galmeibodens auf die Ausbildung einer Varietät

von *Viola lutea* (var. *calaminaria*) in Oberschlesien und bei Aachen, sowie die Abänderung, welche *Asplenum Adiantum nigrum* erfährt, wenn es auf Serpentin gedeiht; nur auf diesem Gestein kommt ferner *Asplenum adulterinum* vor.

b) Die Abhängigkeit der Pflanzen von dem umgebenden Medium.

Das Medium, welches die Pflanzen umgibt, ist ein doppeltes: entweder sie wachsen in der Luft oder im Wasser. Betrachten wir zunächst die Wasserpflanzen, so müssen wir wiederum nach einem doppelten Gesichtspunkte verfahren, indem wir einmal die Süsswasser- und dann die Salzwasserpflanzen ins Auge fassen.

Alle Wasserpflanzen haben den gemeinsamen Charakter, dass sie, soweit sie als reine Bewohner des feuchten Elementes in Betracht kommen, in ihren mechanischen Gewebeelementen erheblich reduziert sind und dass dieselben nach dem Zentrum der Achse verlegt werden. Sie sind dadurch im besten Masse zugfest konstruiert, während die über das Wasser tretenden Organe, gleich denen der Luftpflanzen überhaupt, eine peripherische Anordnung des Hartgerüstes besitzen und somit biegungsfest werden. Jener Charakter verleiht den echten Wasserpflanzen den Ausdruck einer grösseren Schlaffheit und höheren Bewegungsfähigkeit. Die Zahl der im fliessenden Wasser flutenden Gewächse ist nicht gering, wenn sich auch hauptsächlich die Flora aus Kryptogamen zusammensetzt. Von Algen finden wir unter den auffälligeren Formen *Cladophoren, Draparnaldien, Chantransia*. Die Gesteine sind oft von den dünnen Krusten der Floridee *Hildebrandtia rosea* purpurrot überzogen. Die Moose geben in *Fontinalis antipyretica* einen häufigen Vertreter, die Phanerogamen werden durch Arten von *Potamogeton,* z. B. *P. compressus, P. fluitans,* ferner durch *Ranunculus fluitans, Elodea canadensis* und manche andere repräsentiert. In stehenden Gewässern gesellen sich dazu die unendlichen Schwärme der Wasserlinsen *Lemna*, ferner *Nymphaea* und *Nuphar, Callitriche, Hydrocharis, Stratiotes, Sagittaria,* an einzelnen Lokalitäten *Aldrovandia* und von Kryptogamen *Salvinia,* sowie zahlreiche Fadenalgen, z. B.: *Spirogyra, Oscillaria* u. s. w., die Gallertkugeln von *Nostoc-* und *Rivularia-*, und *Chara*arten.

Bezüglich des Ortes, an dem diese Gewächse ihre Blüten zeitigen, verhalten sie sich verschieden; die einen öffnen sie unter dem Wasser, z. B. *Najas, Zannichellia, Ceratophyllum, Chara*; die anderen erschliessen die Blüten nur an der Luft und überschütten zuweilen, wie z. B. *Hottonia*, den trübsten und missfarbigen Tümpel mit einer wahren Blütenpracht; auch *Nymphaea* und *Nuphar,* sowie ihre tropisch amerikanische, riesige Schwester *Victoria regia,* sind schöne Zierden der Gewässer, während andere Pflanzen durch unansehnliche grünliche Blüten gekennzeichnet werden (*Hippuris, Myriophyllum, Potamogeton* u. s. w.).

Dem Areal nach ist das Gebiet, in welchem die Pflanzen von salzigem Wasser umspült sind, um das mehrfache grösser, als jenes,

in dem sie von der Luft umgeben sind. Wie aber die Zahl der Süsswasserpflanzen hinter derjenigen der Landpflanzen sehr weit zurücksteht, so ist es auch bezüglich der Salzwasserflora der Fall, wenn sich auch eine Gruppe, nämlich die Algen, in einem überaus grossen Formenreichtum entwickelt hat. Für sie ist offenbar der hohe Salzgehalt ein notwendiger Faktor zum guten Gedeihen, denn in dem Masse als er abnimmt, verringern sich die Formen an Zahl und Grösse. Man kann diese Thatsache leicht durch die Beobachtung bewahrheiten, wenn man verfolgt, wie die Meeresalgen allmählich eine Art nach der anderen verschwinden, sobald man aus der salzreichen Nordsee durch die Dänemark und Skandinavien trennenden Engen in die Ostsee geht und diese nach Osten hin durchschreitet. Schon an der Küste des Samlandes findet man nur noch wenige Arten, zum Teil in offenbar verkümmerten Formen (*Chorda filum, Fucus vesiculosus, Ceramium rubum* u. s. w.).

Dagegen hat die höhere Temperatur, welche bei den Landpflanzen so offenbar die Grösse der Formen begünstigt, auf die Algenwelt des Meeres keinen anregenden Einfluss; im Gegenteil, die riesigsten Formen sind in den kalten Gewässern der südlich gemässigten Zone gefunden worden, wie die *Macrocystis pirifera*, *Lessonia fuscescens* und *laminarioides*; auch in dem nördlichen Eismeere finden sich noch gewaltige *Laminarien* und *Nereocystis Lütkeana* von Kamtschatka, die bei einer Temperatur von 1—2^{0} noch in üppigster Weise dem Fortpflanzungsgeschäfte obliegen.

Wie alle Pflanzen, welche vermöge ihres Chlorophyllgehaltes sich selbstthätig ernähren, bedürfen auch die Algen des Meeres der Sonnenbeleuchtung; sie wachsen also nur in verhältnismässig seichteren Gestadegegenden und kommen in einer grösseren Tiefe als 60 m kaum noch vor. Sie gedeihen am besten auf einem festen, felsigen Untergrunde und können sich vermittelst der Haftscheiben derartig an die Steine festklammern, dass sie auch der heftigste Wellengang nicht abzulösen vermag, wenn er auch leicht grössere oder kleinere Stücke von ihnen abpflückt, die dann, ein Spiel der Wellen, endlich am Strande ausgeworfen werden.

Schwimmende Algen dieser höheren Formen gibt es nicht, deswegen sind auch die von den früheren Pflanzengeographen oft erwähnten *Sargasso*wiesen des Atlantischen Ozeans zwischen Afrika und Südamerika (hauptsächlich aus *Sargassum* gebildet) nicht Gesellschaften von Algen an primärer Stätte, sondern durch die Strömungen zusammengeführte Bruchstücke, die besonders von der Küste des mexikanischen Golfes herstammen. Die Dichtigkeit und Ausdehnung dieser Wiesen ist früher ausserordentlich übertrieben worden: man kann oft stundenlang durch die Gegenden fahren, in denen sie sich befinden sollen, ohne ein Zweigchen zu sehen; überdies verändern diese Ansammlungen naturgemäss je nach der herrschenden Wind- und Stromrichtung ihren Ort.

Die Zahl der Phanerogamen, welche in dem Weltmeere vorkommt, ist eine ganz überraschend kleine; man hat sie wegen ihres Aussehens zweckmässig *Meergräser* genannt, wenn schon keine einzige

zu den Gräsern gehört oder mit ihnen eine Verwandtschaft hat. Nicht minder auffallend ist es, dass die 27 bis heute bekannten Arten gewöhnlich nur in 2 Familien untergebracht werden, und dass sie, selbst wenn man mehr Gruppen unterscheidet, doch untereinander sehr nahe verwandt sind. Die bekanntesten Meergräser sind das *Seegras* im engeren Sinne (*Zostera marina*), dessen schmal riemenförmige Blätter in grösster Menge als Polstermaterial Verwendung finden, das *Zwergseegras* (*Zostera nana*), beide mit der weitesten Verbreitung; von anderen Arten kommen nur *Cymodocea nodosa* und *Posidonia oceanica*, wahrscheinlich als Reste einer früheren, wärmeren Verhältnissen angepassten Meeresflora im Mittelmeere vor.

Sehr viele Wasserpflanzen, nicht bloss des Meeres, sondern auch der reinen Binnenwässer, haben eine ungemein weite Verbreitung auf der Erde; so sind z. B. *Potamogeton lucens, P. pectinatus*, *P. pusillus*, *P. fluitans* in allen Erdteilen und unter den verschiedensten Breiten zu finden, und auch *Hippuris* und *Ceratophyllum* haben eine ungeheure Verbreitung. Zum Teil mag dieselbe darin ihre Ursache haben, dass der Aufenthalt im Wasser die Pflanzen vor gewissen, in weiteren Grenzen schwankenden Wechseln bewahrt, dass er ihnen gleichmässigere Daseinsbedingungen setzt, und dann dürfte die Verbreitung der Pflanzen durch Wasservögel von grossem Belange sein, denn auf andere Weise ist kaum zu erklären, dass z. B. ganz abgelegene, kleine Wassertümpel ihren Anteil an *Elodea canadensis* bei der rapiden Verbreitung dieser Pflanze in Deutschland ebenso gut erhielten, wie die zusammenhängenden Wasserbecken.

Wir wollen jetzt die Abhängigkeit der Pflanze von der umgebenden Luft betrachten. Auch bei diesem Kapitel müssen wir wieder zwei Gesichtspunkte festhalten; wir müssen die Bedeutung des Feuchtigkeitsgehaltes und die der Wärme erörtern.

Dass die Temperatur der Luft für das Gedeihen der Pflanzen von ausschlaggebender Bedeutung ist, leuchtet von selbst ein, denn dem Dasein derselben wird durch gewisse Grenzen in den Temperaturschwankungen ein Ziel gesetzt. Wir können sowohl für das endliche Verschwinden der Vegetation auf den höchsten Bergen, wie in den polaren Lagen, namentlich am Südpol nicht wohl eine andere Ursache ermitteln, als dass die Minimumgrenze der Temperatur überschritten ist, an der noch Pflanzen gedeihen — wenigstens höhere Pflanzen, denn für die niedrigsten Kryptogamen, insonderheit die Algen, scheinen Orte, an denen sie wegen Mangels der genügenden Wärme zu vegetieren aufhören, noch nicht gefunden zu sein. Uebrigens liegen die Temperaturen, welche selbst Waldbäume noch auszuhalten vermögen, sehr tief, denn unter 67° n. Br. in Sibirien muss die *Larix sibirica* im Januar ein Minimum von — 60°, in Jakutsk sogar von — 62° ertragen; unter welcher Bodentemperatur sich dabei die Wurzeln befinden, wissen wir allerdings nicht, nur so viel kann wohl als gewiss vorausgesetzt werden, dass sie unter dem Einfluss einer Schneedecke beträchtlich höher sein muss, wenn auch der Boden jahraus jahrein bis auf 100 m Tiefe und mehr gefroren bleibt.

Nach dem Maximum hin scheinen die Temperaturgrenzen, welche das Gedeihen der Pflanzen verhindern, auf der Erde nicht erreicht zu werden, sobald nicht künstliche Wärmeerzeugung, Erdbrände oder heisse Quellen in Betracht kommen. Selbstverständlich wird jedes Leben und somit auch das pflanzliche erlöschen, wenn die Temperatur erreicht wird, bei der die Eiweissstoffe des Protoplasmas zum Gerinnen kommen; deshalb sind die Quellen, deren Temperatur, wie bei den Geysirs, 100 ° erreicht und noch übersteigt völlig vegetationsleer; in den Abflüssen aber stellen sich, wie in den Rinnsalen, durch welche die heissen Abwässer von Fabriken u. s. w. laufen, sehr bald, bei einer Temperatur, die selbst 50 ° C. übertreffen kann, die schön spangrünen Häute der *Oscillarien* ein; und in den heissen Schwefelquellen werden die grauen und weisslichen, flutenden Rasen der *Beggiatoa*arten gefunden.

Die heissesten Landstriche der Erde liegen an dem südlichen Ufer des Roten Meeres und am persischen Meerbusen; an beiden Orten soll eine Lufttemperatur von 54—56 ° C. vorkommen und trotzdem sind beide Gebiete keineswegs pflanzenleer zu nennen, wenn auch in der heissesten Zeit die Vegetation geradeso in der Sommerruhe verharrt, wie sie bei uns während der kalten Jahreszeit jede Thätigkeit einstellt.

Offenbar sind die Pflanzen während dieser Perioden nicht bloss durch schlechte Wärmeleiter an den zartesten, teilungsfähigen Geweben und den Anlageorten der Neubildungen geschützt; zu einer befriedigenden Erklärung müssen wir noch überdies annehmen, dass das Protoplasma irgend welche besondere Veränderungen erfährt, die es gegen Temperaturextreme unempfindlicher machen.

Für jede Pflanze dürfen wir ein thermometrisches Optimum, d. h. eine Temperatur voraussetzen, bei der sie am besten gedeiht. Das absolute Optimum, d. h. diejenige Temperatur, welche der Pflanzenwelt am besten zusagt, bei der sie sich am üppigsten entwickelt, wird meist zwischen 20 und 25 ° C. gesetzt. In welchem Masse die Pflanzen von der Temperatur abhängig sind, kann man sehr gut an jenen Karten erkennen, welche die Grenzen gewisser Pflanzen darstellen. Diese fallen häufig parallel oder wenigstens vergleichbar gleichsinnig mit gewissen Wärmekurven zusammen; so z. B. geht die nördliche Birkengrenze in Island und Schweden parallel mit der + 10 ° Isothere, die Nordgrenze der Stechpalme verläuft in auffallend ähnlichem Zuge mit der 0 ° Isochimene und die Buchengrenze geht von Schweden bis zum Kaspischen Meere parallel mit der — 5 ° Isochimene, wobei sie beide einen ausserordentlich steilen Abfall von 60—43 ° n. Br. erfahren. Die Beziehungen sind viel zu gesetzmässig, als dass sie zufällig wären; die auftretenden Abweichungen aber beweisen, dass diese Grenzen nicht von den Grössen allein bestimmt werden, welche jene Linien darstellen.

Um vergleichbare Zahlen zu erhalten, hat man die sogenannten Temperatursummen für viele Pflanzen berechnet. Die Verfahren, die man anwandte, um dieselben zu erhalten, waren verschieden: man multiplizierte die Mitteltemperatur des Ortes mit der Zahl der

Vegetationstage bis zur Fruchtreife; Andere wählten die Maximaltemperatur in der Sonne als ersten Faktor des Produktes. Um die Zeiten der Ruhe zu eliminieren, setzte man einen Ausgangspunkt für die Berechnung fest, die Schwelle, welche dort lag, wo die Entwickelung von Knospen begann.

Von grosser Bedeutung für die Pflanzen ist der Zeitpunkt, wann die verschiedenen Entwickelungsphasen der Pflanzen ihren Anfang nehmen. Diese phänologischen Beobachtungen sind neuerdings mit grossem Fleisse angestellt und bearbeitet worden, so dass man bereits Kurven konstruiert hat, welche die Orte mit isochronen Entwickelungphasen gewisser Pflanzen unter einander verbinden; man könnte sie Isophänen nennen. Nicht minder ist die Dauer der Vegetationsperioden höchst beachtenswert; sie ist überall in erster Linie von den thermischen Verhältnissen abhängig; wie schon oben bemerkt, wirkt bei uns nur die untere Grenze bestimmend ein, unsere Gewächse werden durch das Herabgehen der Temperatur in den Zustand der Winterruhe versetzt; sonst ist die Vegetation bei uns mit Ausnahme derjenigen Gewächse, welche ihren Entwickelungscyklus schnell vollenden, in voller Thätigkeit, so lange die Temperatur es erlaubt. In einer absoluten Sommerruhe verharren nur die wenigen hapaxanthen Gewächse, d. h. diejenigen Sommerpflanzen, welche wie unsere Sommerungen (Getreide sowohl als Hülsenfrüchte und Oelpflanzen) nur einmal Samen erzeugen. Dagegen sind viele Stauden, die eine unterirdische Grundachse besitzen, noch in voller Bildungsthätigkeit begriffen, wenn sie auch äusserlich kein Zeichen davon geben. So legen z. B. die Arten von *Crocus* im Juli und August ihre Blüten an, gleichgültig, ob dieselben im Herbste zum Austriebe gelangen oder den Winter überdauern und erst während der Frühlingsmonate blühen; in jener Zeit ist von ihren Blättern keine Spur mehr vorhanden; ähnlich geschieht es mit den Arten von *Colchicum, Leucojum* u. s. w., die aber in der Regel schon gegen Ende Mai oder im Juni mit der Ausbildung der Blüten fertig sind. Diese Besonderheit kommt allen Frühlingsblühern zu, deren Blüten eben deswegen bei der ersten Anschwellung der Temperatur erscheinen können, weil sie vollkommen fertig den Winter überdauerten. Sehr wichtig ist für gewisse Pflanzen, dass die Verteilung der Temperatur im Jahre eine ganz bestimmte ist; so bringt die hohe Herbstwärme jene vorzüglichen Weinsorten nahezu an der Grenze der Weinkultur in Ungarn und auch in Deutschland hervor, während der Weinstock in Westeuropa mangels der höheren Sommerwärme selbst in südlicheren Gegenden nur unwerte Produkte liefert.

Wenn die Temperatur bis zu einem gewissen Masse von der geographischen Breite abhängig war, so gilt dies in weit geringerem Grade von der Feuchtigkeit, die einer bestimmten Gegend zu teil wird. Die Niederschlagsmengen, welche sie erhält, sind in erster Linie von den topographischen Verhältnissen abhängig; und so kann es geschehen, dass ein regelmässig wehender, regenreicher Wind an einem Hochgebirge den grössten Teil der Feuchtigkeit abgibt, und dass er nach der Ueberschreitung des Gebirgszuges über eine Gegend

hinweggeht, der er keinerlei Niederschläge mehr zukommen lassen kann. Wir beobachten diese Verhältnisse auf den Antillen, den Sandwichinseln, in Peru und bis zu einem gewissen Grade am Himalaja; auf der einen Seite der Gebirgsschneide liegt ein äusserst feuchter Distrikt, auf der anderen, die im Regenschatten sich befindet, tritt ein mehr oder minder erheblicher Mangel ein, der sich bis zum vollkommenen Ausbleiben des Regens steigern kann.

Regenreiche Winde sind nur diejenigen, welche sich bei ihrer Wanderung über das Meer mit Feuchtigkeit beladen haben; je weiter sie über Land gegangen sind, desto mehr haben sie davon verloren, daher finden sich in dem Inneren aller Kontinente grosse Gebiete, die an Niederschlägen arm sind, Territorien, die mehr oder weniger aus dem Steppencharakter in den der Wüste übergehen. Wie die Herabminderung der Temperatur ein wichtiger Faktor für die periodische Ruhe der Gewächse ist, so kann auch durch die Entziehung der Feuchtigkeit die Vegetation in einen ähnlichen Zustand versetzt werden. Da die grössten Niederschlagsmengen in den wärmeren Klimaten der Erde an den höchsten Sonnenstand geknüpft sind, so tritt jener Zustand auch im Winter der betreffenden Gegend ein. Die Folgen sind der äusseren Erscheinung nach ähnlich denen, welche durch eine Verminderung der Temperatur hervorgebracht werden; die Bäume verlieren um diese Zeit das Laub und die jungen Triebe sind von schützenden Tegmenten eingehüllt. Fällt dann wieder Regen, so treiben die Blätter und bald auch die Blüten mit der grössten Geschwindigkeit oft in wenigen Tagen aus. Die Pflanzen aus jenen Gegenden, wie z. B. *Jatropha Curcas*, *Ceiba pentandra*, *Adansonia digitata*, *Swietenia*, verlieren übrigens das Laub unter allen Umständen, also auch dann, wenn man durch zugeführtes Wasser die Austrocknung hintan hält. Ebenso treiben sie nicht selten dann aus, wenn die Benetzung in der erwarteten Zeit ausbleibt und einige Gewächse blühen regelmässig gegen das Ende der Trockenzeit, wenn die Temperatur die höchste im ganzen Jahre ist und die Luftfeuchtigkeit auf das Minimum herabgesunken ist.

Wenn man die Entwickelung der Vegetation einer Gegend verstehen will, muss man also zwei Faktoren in Betracht ziehen: Feuchtigkeit und Wärme. Je nach den Mengen beider, welche die Pflanzen der verschiedenen Gegenden auf der Erde beanspruchen, hat sie schon Alphonse De Candolle in 5 Gruppen geteilt:

1. die *Hydromegathermen*,
2. die *Xerophyten*,
3. die *Mesothermen*,
4. die *Mikrothermen*,
5. die *Hekistothermen*.

Die Hydromegathermen sind diejenigen Gewächse, welche die höchsten Ansprüche sowohl an die Feuchtigkeit wie an die Wärme stellen. Die mittlere Jahrestemperatur darf nicht unter 20° C. liegen und längere Perioden der Trockenheit müssen ausgeschlossen sein. Wir finden sie vorzüglich an den Ufern des Amazonenstromes und

seiner grossen Nebenflüsse, von hier gehen sie an der Ostküste Brasiliens so weit nach Süden, dass sie den Wendekreis des Steinbockes überschreiten; sie bilden dort die Bezirke, welche Martius als *Hylaea* und Region der *Dryaden* bezeichnet hat; im Norden umfassen sie die Antillen und den mittleren Teil von Zentralamerika. In Afrika kommen die Hydromegathermen nur dort vor, wo reichliche Niederschlagsmengen ihr Gedeihen gestatten; deswegen treten sie besonders an der Westküste auf; im Innern bilden sie ein Netzwerk, welches den Kontinent, den grossen Wasserläufen folgend, überspinnt, vielfach aber von den Pflanzen der zweiten Kategorie durchbrochen wird; bemerkenswert ist, dass sie durch lokale Verhältnisse begünstigt, bei einer ebenso tiefen südlichen Breite, in Natal, auftreten wie in Südamerika. In Asien begegnen die Hydromegathermen an den Küstengebieten Vorderindiens, im grössten Teile Hinterindiens, in Südchina (Yünnan), so weit es die Bodenerhebung gestattet; auch die Flora von Malesien gehört bis Neu-Guinea und überdies die von Nordaustralien, sowie die der polynesischen Inselwelt mit einzelnen lokalen Ausnahmen den Hydromegathermen an.

Die charakteristische Formation, welche die Vegetation in diesen Gegenden bietet, ist der dichteste Urwald, welcher aus immergrünen Bäumen von den gewaltigsten Ausmessungen zusammengesetzt ist; häufig sind die Blätter der Bäume lederartig, nicht selten aber auch krautig und zuweilen ausserordentlich umfangreich (*Araceae, Palmen, Baumfarne*). Ausserordentlich häufig gehen sie in mehr oder weniger verlängerte Träufelspitzen aus, welche zum schnellen Ablaufe des Wassers notwendig sind. Durch die Entwickelung mächtiger, zuweilen bestachelter Schlingpflanzen (*Calamus* u. s. w.) werden die Wälder oft undurchdringlich gemacht; diese sowie die zahlreichen Epiphyten blühen gewöhnlich nur in den Wipfeln der Bäume, die Blüten nehmen also häufig an der Charakteristik des Waldes, die sich unmittelbar dem Auge darbietet, keinen bedeutenden Anteil. Neben den oben erwähnten Gruppen beteiligen sich an der Zusammensetzung hauptsächlich *Ficus*arten, *Anonaceae*, *Myrtaceae*, *Lauraceae*, *Rubiaceae*; das Strauchwerk und Unterholz wird von *Scitamineae, Apocynaceae, Acanthaceae* gebildet.

Die Xerophyten begreifen diejenigen Pflanzen, welche die regenarmen Gegenden, mögen dieselben Wüsten, Steppen, Llanos, Savannen, Pampas genannt werden, bewohnen. Ursprünglich beschränkte man sie auf die wärmeren Gebiete der Erde, neuerdings aber hat man auch diejenigen Länder in das Gebiet der Xerophyten einbezogen, welche durch minder hohe Temperaturen ausgezeichnet sind. Sie liegen in mehr oder minder grosser Entfernung zu beiden Seiten des Aequators und schliessen sich an die Regionen der Hydromegathermen an. Das weiteste zusammenhängende Gebiet ist die grosse Wüstenzone, die sich vom Kap Verde in Westafrika über Arabien, Persien bis Ostindien, und nördlich davon durch die turanische Steppe und durch Zentralasien bis nach der Wüste Gobi verfolgen lässt. Das entsprechende Gebiet in Nordamerika mit dem grossen

Salzsee im Zentrum umfasst kaum den vierten Teil des ersteren. Südamerika bietet ein kleineres Gebiet in Venezuela und ein um das Vielfache grösseres, den weiten Distrikt der zentralbrasilianischen Campos (die Region der *Oreaden* von Martius) mit den Pampas, die nahezu bis zur Magalhaensstrasse reichen. Besonders in Brasilien gibt es Landstriche, deren Armut an Niederschlägen mit der in den berüchtigtsten Wüsten verglichen werden kann.

Der nordafrikanischen Wüste entsprechend liegen südlich vom Aequator die grossen Campinegebiete, welche allmählich in die Kalahari mit streckenweisem Wüstencharakter übergehen; endlich bietet Australien zum allergrössten Teile Verhältnisse dar, welche nur den Xerophyten zu gedeihen erlauben. Alle Xerophyten müssen derartig organisiert sein, dass ihre wichtigsten Gewebe, also die assimilatorischen, vor Austrocknung während der Zeit der Dürre geschützt sind. Dieser Schutz wird auf sehr verschiedene Weise erreicht: einmal werden besondere Wasserspeicher angelegt, aus denen die Pflanze zur Zeit der Gefahr die Flüssigkeit entnimmt. Die Speicher sind entweder unterirdisch in der Form von Knollen oder Zwiebeln entwickelt, die durch dichte Korkmassen und Blatthüllen geschützt sein können; sowohl in den Campos von Brasilien wie in den Steppen von Zentralafrika, gibt es sehr viele Stauden, die aus solchen Knollen hervorbrechen, z. B. *Gomphocarpus*, *Ceropegia, Asclepias* u. s. w.

Zuweilen liegen die Wasserspeicher aber auch über der Erde; es werden dann dicke, fleischige Körper erzeugt, wie bei einigen *Cissus*-arten aus Afrika, der Apocynacee *Adenium* und der Passifloracee *Adenia*; viel bekannter aber ist das ganze Heer der Sukkulenten unter den *Cacteen,* sowie die fleischigen *Euphorbien* und *Crassulaceen.* Die *Cacteen* können in einer solchen Weise aus den Wasservorräten Flüssigkeit abgeben, dass sie vollkommen schrumpfen und runzlig werden; wird ihnen dann wieder Wasser zugeführt, so erholen sie sich schnell, sie werden wieder prall, und der Körper hat nicht den mindesten Schaden genommen. Seltener finden sich Wasserspeicher an Bäumen, so z. B. sind bei *Spondias venulosa* ungeheure unterirdische Knollen entwickelt, bei *Cavanillesia* und manchen anderen Bombacaceae liegen Wasserspeicher in dem tonnenförmig angeschwollenen Stamme. Sehr allgemein bekannt sind jene zarten, wässerigen Blasen auf der Oberfläche der grünen Teile, welche dem *Mesembrianthemum crystallinum* den Namen des *Eiskrautes* verschafft haben. Auch sie sind Wasserspeicher, welche zur Zeit der Not ausgesaugt werden, wobei sie schlaff werden und endlich ganz zusammenfallen. Sehr wichtig wird für die Xerophyten sein, dass die Abgabe von Wasser durch die Verdunstung möglichst herabgedrückt wird. Die Vorrichtungen, welche zu diesem Zwecke getroffen werden, sind sehr mannigfaltig: die verdunstenden Flächen werden möglichst verkleinert, deshalb treten die Blattspreiten in der Grösse zurück, womit im Vereine häufig eine reichliche Ausbildung von Stacheln und Dornen (*Cactaceae, Euphorbien,* Arten der Gattung *Astragalus, Ephedra, Casuarina* u. s. w.) auftritt. Die assimilatorischen Gewebe sind dem Verluste entsprechend

in der lange erhaltenen oder immer bleibenden primären Rinde eingelagert. Derselbe Erfolg wird von den Pflanzen erzielt, wenn sie während der Trockenperiode die Blätter abwerfen, wie bei *Adansonia digitata, Ceiba pentandra* u. s. w.

Bei einigen Pflanzen, namentlich den *Eucalypten,* wird die Verdunstung durch eine Verminderung der Insolation herabgesetzt; die Blätter bieten den Sonnenstrahlen nicht mehr die breite Fläche dar, sondern sind mit der schiefen Kante zenithwärts gewendet. Die Konsistenz der Xerophytenblätter ist häufig lederartig, die Epidermis von dicken, undurchlässigen Kutikularbelägen geschützt, und die Spaltöffnungen liegen auf dem Grunde tiefer Höhlungen, die zuweilen noch mit Haaren ausgestopft sind. Zur grösseren Versicherung gegen übermässige Verdunstung finden sich auf der Oberhaut nicht selten Wachsüberzüge, welche z. B. den Körper der *Sarcocaulon* aus Südafrika mit einer mehr als 1 mm dicken Kruste überziehen; in ähnlicher Weise wirken auch starke Wollüberzüge, doch nur dann, wenn die Haare kein Protoplasma enthalten; prall mit Zellflüssigkeit gefüllte Haare wirken im Gegenteil fördernd auf die Verdunstung ein.

Als weitere Hemmnisse der Verdunstung sind ferner die Ausdünstungen ätherischer Oele, der erhebliche Schleimgehalt des Zellsaftes und die Pflasterung der Rinde mit Krystallen anzusehen. Die ätherischen Oele wirken nach physikalischen Beobachtungen dadurch, dass Luft, welche mit den Gasen jener erfüllt ist, für die leuchtenden Wärmestrahlen schwerer durchgängig ist als reine. Der Schleimgehalt bedingt, wie man weiss, eine viel langsamere Verdunstung: die Schleimlamelle wirkt wie eine Gelatineschicht, welche die Verdunstung des darunter befindlichen Wassers verhindert; *Oligomeris subulata, Peganum Harmala* und besonders wiederum die *Cacteen* sind durch reichliche Schleimmassen in den Geweben ausgezeichnet. Bei der letzterwähnten Familie sind Krystalldrusen von oxalsaurem Kalke oft in solchen Mengen und in jeder Zelle bestimmter Schichten vorhanden, dass sie einen nur von engen Lücken durchbrochenen Panzer um den ganzen Körper bilden.

Eine sehr eigentümliche Vorrichtung, um die Verdunstung zu vermindern, wird bei vielen linealen Blättern, besonders der *Gramineen,* wahrgenommen. Diese sind stark hygroskopisch, und zwar wirkt die Trockenheit der Luft so, dass sie sich an den Rändern nach rückwärts einrollen. Auf diese Weise wird eine enge Röhre hervorgebracht, welche von feuchter Luft erfüllt ist; die Adhäsion erlaubt nicht, dass letztere schnell austritt; die Aushauchung der Wasserdämpfe durch die nach dem Hohlraum geöffneten Spaltöffnungen wird auf ein Minimum herabgesetzt.

Sehr bemerkenswert ist übrigens auch die Thatsache, dass es Xerophyten gibt, welche tropfbar flüssiges Wasser direkt durch die Oberhaut aufnehmen können. Zunächst findet sich eine Reihe von Pflanzen (*Diplotaxis Harra, Bassia muricata, Echinopus spinosus*), deren Blätter mit Haaren bedeckt sind; an der Basis derselben liegen bestimmt umschriebene, nicht kutikularisierte Stellen, die Wasser aufsaugen; diese Aufnahme kann in einem solchen Masse geschehen,

dass ein welkes Blatt, das mit Wasser bestrichen wird, in kürzester Zeit seine Turgescenz wieder erhält. Die Kondensierung der Feuchtigkeit und das längere Festhalten derselben wird von einigen Gewächsen (*Reaumuria hirtella*, *Cressa cretica*) dadurch besorgt, dass die Blätter hygroskopische Salze ausscheiden, die zerlaufen, sobald Tau oder Regen fällt, sogleich aber wieder erscheinen, wenn die Feuchtigkeit durch die Epidermis aufgesaugt worden ist. Wenn diese Salzkrusten von der Oberhaut entfernt werden, so vertrocknen abgeschnittene Teile im Laufe eines Tages, die zwei Wochen turgescent bleiben, wenn man ihnen die Salzausblühungen belässt.

Es war eine sehr auffallende und lange Zeit völlig rätselhafte Erscheinung, dass so viele Pflanzen auf salzhaltigem Boden, also auch eine grosse Zahl der Strandpflanzen durchaus den Xerophytencharakter zeigen, trotzdem sie oft in Gegenden wachsen, welche durch die häufigsten Niederschläge getränkt werden. Erst neuerdings hat man erkannt, dass die Salze, und namentlich auch das Kochsalz, für die Gewächse in grösserer Menge sehr schädlich wirken. Wenn nun eine reichliche Verdunstung fortgesetzt neue Wassermassen durch den pflanzlichen Organismus treibt, so wird auch eine übergrosse Menge von Salzen eingeführt, und der Organismus würde schliesslich an Salzen so angereichert werden, dass er zu Grunde gehen müsste. Aus dieser Ursache wird bei diesen Gewächsen die Verdunstung möglichst herabgesetzt — sie sind zweckmässig nach Art der Xerophyten organisiert. Aus dieser Erfahrung wird für uns die Beobachtung nicht überraschend sein, dass in den tropischen Küstengebieten nicht selten Pflanzen aus den Steppen des Binnenlandes auftreten, die durch die Flüsse herabgeführt worden sind und gleich den Strandpflanzen an der Küste die Bedingungen ihres Gedeihens finden. Das auffallendste Beispiel hiefür sind die Restingas an der brasilianischen Westküste, die mit ihren *Cereus-* und *Echinocactus*arten und dem niedrigen, sparrigen Gesträuche von *Myrtaceae*, *Rubiaceae* u. s. w. die Vegetation der Campos wiederholen, die durch weite von Hydromegathermen bevölkerte Gebiete von den Restingas getrennt sind.

Auch auf die bemerkenswerte Thatsache soll noch hingewiesen werden, dass epiphytische Pflanzen und chlorophyllführende Parasiten in den Bezirken, welche Hydromegathermen bewohnen, eine auffällige Neigung zur Entwickelung von Xerophytennatur besitzen; ich mache auf die Knollenstämme bildenden *Orchidaceae* und die myrmecophilen *Rubiaceae*, auf die *Dischidia-* und *Hoya*arten, auf die *Tillandsien*, die *Loranthus-* und *Viscum*arten, ferner auf die *Rhipsalis-* und *Phyllocactus*arten aufmerksam. Von den *Bromeliaceae* ist es bekannt, dass sie auch tropfbar flüssiges Wasser durch die Oberhaut aufzunehmen vermögen; viele *Rhipsalis*arten und *Hariota salicornioides* wechseln ihren Standort von den Bäumen des tropischen Urwaldes auf die dürrsten Felsen; so wächst *R. Cassytha* in den dunstgesättigten Wäldern des Kamerungebietes und auf den trockenen Lavascherben von Mauritius.

Schon aus den Beispielen, die hier angeführt wurden, geht

hervor, dass die Zahl der Pflanzenfamilien sehr gross ist, welche Repräsentanten mit Xerophytencharakter enthalten; mit ihnen ist sie indes noch lange nicht erschöpft; im Gegenteil können fast alle Familien, mit Ausnahme derer, die nur reine Wassergewächse umschliessen, gelegentlich einige Vertreter in trockenere Gebiete entlassen haben, die dann auch den sie umgebenden Verhältnissen mehr oder minder angepasst sind.

Die Mesothermen begreifen diejenigen Pflanzen, welche eine mittlere Jahrestemperatur von 15—20 ^{0} und eine wenigstens zu gewissen Zeiten reichlichere Niederschlagsmenge beanspruchen; auch sonst verlangen sie eine periodische Benetzung und sind excessiver längerer Trockenheit nicht gewachsen. Ihre Verbreitung hält sich unter all den unterschiedenen Gruppen in den engsten Grenzen; das kompakteste Gebiet umgreift das eigentliche China, Korea und Japan; einen lang gezogenen Küstenraum besetzen sie um das Mittelländische Meer; in Australien gehört der feuchtere Osten und Neuseeland den Mesothermen an, während in Nordamerika ein Küstenstrich am mexikanischen Golf von der Mississippimündung bis Florida und ein anderer nördlich von Kalifornien mesothermische Pflanzen aufweist. In Südamerika gedeihen sie auf dem schmalen Küstensaume des nördlichen Peru; in Südafrika finden sie sich am Kap.

Der Charakter der mesothermen Pflanzen in dichteren Beständen ist durch den Mischwald von immergrünen und sommergrünen Holzgewächsen ausgeprägt, denen sich auch Nadelholzbestände in einzelnen Gegenden (besonders in Nordamerika) anschliessen. Die Epiphyten treten sehr wesentlich zurück und auch die Lianen werden seltener, wenn immerhin die *Vitis-* und *Cissus*arten, sowie *Asclepiadaceae* (*Periploca*) an manchen Orten ins Gewicht fallen. Von allen Pflanzenfamilien der wärmeren Klimate ist besonders der Rückgang der *Palmen* bemerkenswert, die in einzelnen Gegenden ganz fehlen, in anderen nur mit spärlichen Arten auftreten (*Sabal* in Amerika, *Chamaerops* um das Mittelmeer, *Rhapis* in Ostasien, *Corypha australis* in Australien).

Eine scharfe Scheidung zwischen den Gebieten mit mesothermischen Pflanzen und den benachbarten Gebieten kann der Natur der Sache nach nicht gezogen werden; die Mesothermen zeigen vielmehr bei Verminderung der Niederschläge in den trockeneren Jahreszeiten eine Annäherung zu den Xerophyten, wie namentlich durch die *Macchien*gestrüppe im Mittelmeergebiete und durch das Vorwiegen der dickblättrigen *Proteaceae*, ferner der *Ericaceae*, *Epacridaceae*, *Restionaceae* am Kap und in Australien dargethan wird. Auf der anderen Seite bedingt eine Zunahme der Niederschläge eine Annäherung an die Gebiete der Hydromegathermen, die in manchen Distrikten von Florida und China-Japan offenbar wird. Von den Pflanzenfamilien, welche besonders diesen Gebieten eigentümlich sind, seien ausser den erwähnten noch die zahlreichen monokotyledonischen Zwiebelgewächse *Liliaceae* und *Amaryllidaceae*, die *Magnoliaceae*, *Berberidaceae*, *Theaceae*, *Geraniaceae*, *Oxalidaceae*, *Pittosporaceae*, *Campanulaceae*, *Compositae* (Gattung *Helichrysum*) angeführt.

Die Mikrothermen halten die grössten Gebiete unter allen 5 Gruppen besetzt, die sich in einem lückenlosen Zusammenhange von der Behringstrasse in Nordamerika bis an den Atlantischen Ozean und von Grossbritannien bis wieder zur Behringstrasse nördlich vom 50. Parallelkreise bis zum nördlichen Polarkreise erstrecken. In Nordamerika ziehen sich die Mikrothermen östlich vom Xerophytengebiete noch 20 Grade weiter nach Süden; in Europa überschreiten sie durch den begünstigenden Einfluss des Golfstromes den Polarkreis und dringen in Skandinavien bis zum Nordkap vor. Auf der südlichen Halbkugel ist nur ein schmales Küstengebiet im westlichen Südamerika, das antarktische Waldgebiet, von ihnen eingenommen, sofern man von jenen kleinen Inseln, die zwischen dem Kap und Australien gelegen sind, absieht.

Sie erfordern eine mittlere Jahrestemperatur von 0—15 ^{0} C. und Niederschläge zu allen Jahreszeiten. Im Winter erfährt die Vegetation durch die Herabminderung der Temperatur eine längere oder kürzere Ruheperiode, in der ein grosser Teil der Pflanzen entweder die oberirdischen Stengel verliert oder die Blätter abwirft; übrigens nehmen auch die nicht wenigen immergrünen Pflanzen (*Vaccinium Myrtillus*, *Hedera Helix,* die Nadelhölzer) an dieser Ruheperiode Teil.

Charakteristisch sind für die Gebiete der Mikrothermen Wälder aus Nadelhölzern und sommergrünen Bäumen, die entweder für sich oder in gemischten Beständen grosse Territorien bedecken oder nachweislich einst bedeckt haben, durch die Kultur aber in den dicht bevölkerten Gegenden sehr gelichtet worden sind. Im Gegensatz zu den übrigen Wäldern ist die Zahl der sie zusammensetzenden Arten oft sehr gering und sinkt zuweilen bis auf eins herab. In sehr ausgedehntem Masse sind ferner die Wiesen ausgebildet, Flächen, die mit Rasen erzeugenden Gräsern bedeckt sind; zwischen ihnen sind mehr oder minder hohe, häufig ausdauernde Stauden eingestreut. Sehr weite Territorien werden auf der östlichen Seite der Erde von *Calluna vulgaris* eingenommen.

Die Hekistothermen sind diejenigen Gewächse, welche jenseits der Grenze des Baumwuchses gedeihen; aus den bei der Geschichte der Hauptpflanzenreiche mitgeteilten Thatsachen über die Wanderung der Pflanzen nach der Diluvialzeit wird hervorgehen, dass sie sich auch auf den Gebirgen der kühleren Gegenden wiederfinden müssen: wir begegnen dort in der That einer ganzen Reihe derselben und vielen entsprechenden Arten. Die durchschnittliche Jahrestemperatur sinkt in dem Gebiete der Mikrothermen unter 0^0 C. Die meisten Pflanzen sind ausdauernde, die Blätter häufig zu Grundrosetten anordnende und durch dichte Verzweigungen aus der Grundachse gewölbte Polster bildende Formen; höhere Holzgewächse fehlen gänzlich, 1jährige Pflanzen sind spärlich vertreten. Auch die Gestalten, welche sich als Holzgewächse dokumentieren, bleiben niedrig; der Stamm, welcher bei einigen Weiden bis 100 Jahr alt beobachtet worden ist, liegt teilweise in der Erde verborgen und treibt häufig nur fingerhohe oder noch niedrigere, überirdische Zweige.

Dort, wo der niemals im Sommer durchgetaute Erdboden Senkungen bildet, sammelt sich das Wasser an und bildet kalte Sümpfe, in denen arktische Moose und auf ihnen Flechten (*Cetraria, Cladonia*) dichte, oft meilenweit zusammenhängende Polster bilden. Auffallend gross ist an den trockeneren Orten mit reicher Vegetation die Zahl der *Cyperaceae*, besonders der *Carex*arten, aber auch Gräser sind nicht spärlich; sonst finden sich Vertreter der *Saxifragaceae*, *Ericaceae*, *Rosaceae*, *Salicaceae*, *Cruciferae* u. s. w. als wichtigere und häufigere Gewächse.

c) Die Abhängigkeit des Pflanzenreiches von der örtlichen Exposition.

Schon in dem vorigen Kapitel haben wir Gelegenheit genommen darauf hinzuweisen, dass die örtlichen Verhältnisse einen grossen Einfluss auf die Niederschlagsmengen ausüben; in ähnlicher Weise wird die Exposition auch auf die Wärmemenge, welche ein bestimmtes Areal von der Sonne empfängt, von grossem Einflusse sein, so dass sich schliesslich die Abhängigkeit von der örtlichen Exposition auf diese beiden Faktoren mehr oder weniger leicht zurückführen lässt. Wenn wir von der örtlichen Exposition sprechen, so müssen wir zwei besondere Umstände ins Auge fassen, einmal nämlich die Richtung der Terrainfaltungen der Erdoberfläche und zweitens die Höhe der Erhebung; bezüglich der Richtung der Faltungen sind wieder das Streichen der Gebirgszüge, d. h. die Richtung derselben nach den Weltgegenden und das Einfallen, d. h. der Neigungswinkel der Gehänge zu unterscheiden.

Was das Streichen der Gebirge anbetrifft, so sind die grossen Ketten, welche in der östlichen Hemisphäre, hauptsächlich in der Richtung der Breitenlinien sich hinziehen, die Pyrenäen, die Alpen, der Kaukasus, der Himalaja und seine östlichen Fortsetzungen nicht bloss klimatische, sondern auch starke Florenscheiden, was von den viel ausgedehnteren, in teils genau meridionaler Richtung, teils nordwest-südöstlich verlaufenden Gebirgen Nordamerikas nicht immer in gleichem Masse gesagt werden kann.

Im einzelnen betrachtet ist die nach Süden zugewendete Seite der Gebirge diejenige, welche wegen der stärkeren Insolation auch die grössere Wärmemenge empfängt. Das Mass derselben ist abhängig von dem Neigungswinkel des Gehänges, so dass das Maximum dann erreicht wird, wenn die beschienene Fläche von den Sonnenstrahlen beim höchsten Stande rechtwinklig getroffen wird. Die nach Norden gewendete Schattenseite erfährt stets eine Depression der Temperatur, und diese Differenz ist so bedeutend, dass z. B. in den Alpen dieselben Pflanzenarten auf den südlichen Lagen um 172 m höher steigen, als in den nördlichen, während sich auf dem Aetna der Unterschied bis auf 349 m erhebt; auf den südlichen Flanken der Bergzüge im oberen Innthal geht der Getreidebau bis zu 1800 m, während er sonst in ähnlichen Breiten bereits bei 1000 bis 1200 m (im Riesengebirge schon bei 650 m) aufhört.

Von nicht geringer Bedeutung ist das Streichen der Gebirge insofern, als sich, durch die Exposition bedingt, die Schneegrenze auf den Südseiten oft in bedeutend höhere Regionen zurückzieht als auf den nördlichen Abhängen. Es bewirken allerdings die Niederschlagsmengen oft eine sehr erheblich eingreifende Beeinflussung, indem, wie auf dem Himalaja, die reichlichen Schneefälle zuwege bringen, dass die Schneegrenze auf der Südseite in einer viel tiefer gehenden Linie verläuft als auf der trockeneren Nordseite. Wenn nun auch die Schneegrenze nicht der Vegetation ein unbedingtes Ziel setzt, (denn oberhalb derselben wird an geeigneten Plätzen, in den sogenannten Gletschergärten, zuweilen noch eine ziemlich formenreiche Flora angetroffen), so bringt sie doch einer ausgedehnten Pflanzenbesiedelung ein Ende; nur einzelne Kryptogamen, besonders Flechten kommen noch regelmässig in den höchsten Lagen vor.

Was den Einfluss der vertikalen Erhebung der Terrainfaltungen anbetrifft, so erzeugt dieselbe eine ähnliche Veränderung in der Vegetation wie die allmähliche Erhöhung der Breitenlage, d. h. bei einem Aufstieg an einer Gebirgserhöhung nehmen wir allerdings in viel kürzerer Zeit einen analogen Wechsel im Aeusseren der Pflanzenwelt wahr, als wenn wir von jenem Orte nach den polaren Gegenden gehen, vorausgesetzt natürlich, dass wir nach beiden Richtungen Gegenden mit analogen Feuchtigkeitsverhältnissen durchwandern. In dem Alpengebiete z. B. können wir 4 Hauptregionen unterscheiden:

I. Die des Weinbaues bis ca. 800 m mit Laubwald, Getreide-, Obst- und Weinbau.

II. Die montane Region, welche bis ca. 1600 m aufsteigt und im unteren Teile, der Buchenregion, durch Wälder aus Buchen und Eichen und durch Getreide- und Obstbau, im oberen Teile, der Nadelwaldregion, durch Fichten- und Lärchenwälder gekennzeichnet wird; die Kultur der Brotfrüchte und des Obstes findet in der letzteren nur noch ausnahmsweise statt.

III. Die alpine Region bis 2250 m zeichnet sich durch Vegetation von niedrigen Sträuchern und rasenförmig oder polsterförmig wachsenden Alpenstauden aus, welche die Tracht der Polarpflanzen wiederholen; durch das Vorkommen der *Arve* oder *Zirbelkiefer* werden in dieser Region noch Waldbestände gebildet.

IV. Die nivale Region bis ca. 2800 m, der Schneegrenze, wird gekennzeichnet durch das Verschwinden der Sträucher und das alleinige Vorkommen der rosettenartig wachsenden Arten der Gattungen *Gentiana*, *Saxifraga*, *Androsace*, *Draba* u. s. w.

Aehnliche Regionen können wir, aber, wie einleuchtend ist, in viel grösserer Zahl, an den tropischen Gebirgen unterscheiden. Dass die Veränderungen hauptsächlich durch die Herabdrückung der Temperatur bewirkt werden, ist zweifellos, doch treten für die Formenentfaltung der Flora auch sicher noch Anpassungen an die Bewegung der Luft, an Schneedruck, Vorrichtungen für gesicherte vegetative Vermehrung bei ausbleibender Befruchtung wegen der Kürze der wärmeren Jahreszeit u. s. w. ein.

d) Abhängigkeit der Gewächse von anderen Lebewesen.

Die Verbreitung derjenigen echten Schmarotzer, welche bezüglich ihrer Wirtswahl empfindlich sind, ist naturgemäss von jener des Wirtes abhängig. Unter den Phanerogamen ist die Wahl selten so eng, dass sie sich auf eine Pflanzenart beschränkt; meistens besiedeln diese Parasiten vielmehr eine grössere Anzahl von Arten, häufig allerdings aus der nächsten Verwandtschaft. Zu den ersteren gehören gewisse *Orobanchen,* wie z. B. *O. Rapum Genistae,* die, man kann nur sagen bis jetzt, stets auf *Sarothamnus scoparius* gefunden wurde; nicht minder wurde *Rafflesia Rochussenii* immer auf *Cissus serrulata* beobachtet. Unter den Pilzen ist eine enge Wirtswahl häufiger, allerdings muss man dabei aber erwägen, dass der Speziesbegriff in jener Abteilung von vielen Autoren erheblich begrenzter als bei den Phanerogamen gefasst wird. Man wird sich des Eindruckes kaum entschlagen können, dass bei manchen Arten die Wirtspflanze den wesentlichsten Charakter der Art ausmacht.

Mehrere Pflanzen halten sich in einzelnen Gegenden konstant an einen Wirt, während sie in anderen eine häufige Veränderung zeigen; so ist es bekannt, dass zuweilen die *Mistel* nur auf Kiefern wächst, während sie in anderen Gegenden nur Laubbäume befällt und sich dann sehr wenig wählerisch erweist. In Böhmen wächst der *Loranthus europaeus* ausschliesslich auf Eichen, im Orient gedeiht er auch auf Kastanien. Die interessante Rafflesiacee *Pilostyles Haussknechtii* gedeiht nur auf einer Reihe von *Astragalus*arten Kleinasiens, die mit *A. leiocládos* verwandt sind; *Cytinus Hypocistus* wächst fast ausschliesslich auf Arten der Gattung *Cistus.*

Andere Parasiten sind durchaus nicht wählerisch ihrem Wirte gegenüber, so gedeihen *Cuscuta europaea* und *C. Epithymum* auf einer grossen Zahl von krautigen Pflanzen, auch *Cynomorium coccineum* des Mittelmeergebietes kommt auf vielen Pflanzen vor; besonders gilt die Wahl in weitem Umfange von vielen Wurzelschmarotzern (*Santalaceae, Rhinantheae*), deren Saugwarzen wahrscheinlich in fast alle Wurzeln einzudringen vermögen, die ihnen begegnen; andere wie *Lathraea* zeigen sich entschieden feinfühliger.

Gewisse Pflanzenarten sind dergestalt aneinander gefesselt, dass sie ständig Vergesellschaftungen bilden, und dass die eine selten ohne die andere vorkommt, wobei natürlich an einen organischen Verband derselben nicht zu denken ist. In neuerer Zeit hat man z. B. die Pflanzen der Kiefernwälder genauer zusammengestellt, zu denen z. B. *Astragalus arenarius, Weingaertnera canescens, Gypsophila fastigiata* u. s. w. gehören, sie erscheinen mit *Pinus silvestris* zusammen, an der Vegetationsgrenze dieses Baumes ist auch ihnen oft ein Ziel gesetzt. Der *Waldmeister* ist z. B. ein Genosse der Buche, wenn er auch über die Grenze derselben herausgeht. Unsere Laubwälder haben eine ganz bestimmte Frühlingsflora; in ihnen finden sich dann später gewisse charakteristische Hutpilze (die *Rotkappe* z. B. [*Boletus scaber*] und der *Giftreizker* [*Lactarius torminosus*] nur in Birkenwäldern), während den

Nadelhölzern andere eigen sind (*Tricholoma equitans*, der *Grünreizker* stets in Kieferwäldern).

Bei der Abhängigkeit der Gewächse von ihrer Umgebung muss nun endlich auch noch der Tiere Erwähnung gethan werden, welche mit den Pflanzen in einer bestimmten Wechselbeziehung leben. Allgemein bekannt ist gegenwärtig, wie gross die Einwirkung der Insekten auf das Befruchtungsgeschäft der Pflanzen, für die Uebertragung des Blütenstaubes auf die Narbe ist. Wenn man früher die Kreuzbefruchtung der Blüten in ihrer Notwendigkeit für die Heranbildung guten Samens überschätzt hat, und die Zeit gelehrt hat, dass die Zahl der Pflanzen, deren Blüten sich entweder stets (die kleistogamen Gewächse, mit gewissen sich niemals öffnenden Blüten, z. B. *Viola odorata, V. mirabilis, Impatiens parviflora, Oxalis Acetosella* u. s. w.), oder häufig selbst befruchten, gross genug ist, so findet doch bei einer sehr erheblichen Ueberzahl der Pflanzen die Belegung der Narbe mit Pollen aus einer anderen Blüte statt. In vielen Fällen sind nur gewisse Insekten zu dieser Uebertragung geeignet, und daher ist die Abwesenheit derselben unter Umständen schon für sich ein Hemmschuh für eine unbeschränkte Verbreitung. Einzelne Kulturgewächse haben den Einfluss sehr deutlich erkennen lassen. Die *Vanille* wurde nach Mauritius im Beginn dieses Jahrhunderts verpflanzt; obschon sie vortrefflich gedieh und reichlich blühte, konnte doch nie eine Ernte von ihr erlangt werden; erst seitdem man erkannt hatte, dass die Insektenvermittelung für die Pollenübertragung fehlte, und man die Blüten künstlich befruchtete, hat sich jener grosse Export der kostbaren Droge von den Mascarenen entwickelt, welcher längst den des ursprünglichen Vaterlandes überflügelt hat.

Neuerdings hat man einer anderen Abhängigkeit der Pflanzen von Insekten eine erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt, der Symbiose mit Ameisen. Man kennt jetzt aus den Tropen fast aller Erdteile Ameisen, besonders aus den Gattungen *Azteca*, *Myrmelachista, Crematogaster*, *Colobopsis* u. s. w., welche regelmässig auf bestimmten Pflanzen gefunden werden, so zwar, dass häufig eine Art nur bestimmte Gewächse bewohnt. Sie beziehen auf ihnen nicht allein bestimmte Wohnräume (z. B. Zweig- und Stammhöhlen bei *Cecropia*, Nebenblattstacheln bei *Acacia sphaerocephala,* Blattblasen bei *Tococa guianensis* [einer *Melastomatacee*]), sondern empfangen auch, von einigen wenigstens ist dies mit Sicherheit nachgewiesen, Nahrungsmittel: so spendet *Cecropia* aus bestimmten Feldern am Grunde der Blattstiele proteïnreiche Drüsenkörper; ähnliche Objekte finden sich an den Blättern von *Acacia sphaerocephala,* die von den bewohnenden Ameisen genossen werden. Für eine Anzahl von Fällen (*Cecropia*arten) ist experimentell gezeigt, und für andere ist es wahrscheinlich gemacht worden, dass die Insekten die Pflanzen vor der Beschädigung bewahren, welche ihnen von anderen Insekten (besonders Blattschneiderameisen) drohen. Auch an einer ostdeutschen bezw. osteuropäischen Pflanze (*Jurinea mollis*), hat man experimentell den nachteiligen Einfluss einer Entfernung von Ameisen, welche

von Nektarausscheidungen an den Hüllschuppen angezogen werden, nachgewiesen. Die Beseitigungen der Schutzwache hat die mehr oder weniger weitgehende Beschädigung der Köpfchen durch andere Insekten zur Folge.

Endlich ist die Mitwirkung der Tierwelt von der grössten Bedeutung für die Pflanzenvorkommen, weil deren Verbreitung von der leichten Ortsbeweglichkeit der Tiere nach vielen Richtungen abhängig ist. Betreffs des Aussäens der Samen spielen die Vögel eine wichtige Rolle, welche die essbaren Früchte verzehren, die unverdaulichen Samen aber von sich geben; nicht minder bleiben an ihnen und an dem Pelz der Säugetiere mit Klettapparaten versehene Früchte hängen und werden weiter transportiert; die Wasservögel aber bewirken dadurch, dass in dem feuchten Erdreiche, welches an ihren Füssen kleben bleibt, nicht allein Früchte und Samen, sondern auch grüne Pflanzenstücke eingeknetet sind, einen leichten Transport der Wasserpflanzen aus einem Wasserbecken ins andere.

B. Die Verteilung der Pflanzen auf der Erdoberfläche.

Wenn wir die Verteilung der Pflanzen besprechen wollen, so wird dies nach verschiedenen Gesichtspunkten geschehen können. Wir werden sie entweder nach den systematischen Gruppen oder nach den einander physiognomisch ähnlichen Gruppen behandeln oder werden endlich die pflanzengeographischen Gebiete der Erde zu schildern haben.

a) Die Verbreitung der systematischen Gruppen.

Die Untersuchung über die Verbreitung der systematischen Gruppen über die Erdoberfläche ist gegenwärtig eine besondere Aufgabe der deskriptiven Botanik, welche derselben auch gewohnheitsgemäss eine Besprechung widmet; es kann demgemäss hier nur ganz kurz auf einige Thatsachen von allgemeinerem Interesse hingewiesen werden. Ueber die Grösse des *Durchschnittsareales*, welches die Pflanzenart, heute gewissermassen die niedrigste oder Einheitsgruppe des Pflanzensystems, bewohnt, haben wir gegenwärtig keine Kenntnis. Besser unterrichtet sind wir über die beiden *Extreme* der Verbreitungsareale: wir kennen eine ansehnliche Menge von Pflanzen, die auf eine engumgrenzte Lokalität beschränkt sind, und anderseits sind uns nicht wenige Gewächse bekannt, deren Territorien, von ausserordentlicher Ausdehnung, erst dort eine Grenze zu finden scheinen, wo jeglicher Vegetation ein Ziel gesetzt wird.

Die sehr *engbegrenzten* Verbreitungsareale der Pflanzenarten können auf doppeltem Wege erklärt werden; entweder sind sie nämlich die Zeugen dafür, dass diese Gewächse ehedem eine viel weitere Verbreitung gehabt haben, die mindestens durch die Verbindungskurven der gegenwärtigen Fundorte umfasst wird, oder diese

Arten sind in relativ junger Zeit neuentstandene Formen, die noch nicht vermochten, ihr Besetzungsgebiet weiter auszudehnen. Die zuerst erwähnten Pflanzen werden als Relikte einer früheren Flora aufgefasst werden können; es ist einleuchtend, dass die frühere Umgrenzung der Einheitsgruppe auch durch das Vorkommen von nahe verwandten Arten festgesetzt werden kann, indem man mit Recht die Voraussetzung machen darf, dass die gegenwärtig differenten Formen ihre Unterschiede um so stärker zum Ausdruck bringen konnten, je weiter sie von einander entfernt waren, je geringer also der Einfluss war, den sie gegenseitig auf einander auszuüben vermochten. Ein sehr gutes Beispiel zur Versinnbildlichung dieser Verhältnisse bietet die Gattung *Wulfenia*. Man kennt von ihr in Europa eine einzige Art, *W. carinthiaca,* welche einen äusserst bescheidenen Distrikt auf der Kühweger Alpe bei Hermagor in Kärnthen bewohnt; die Pflanze gehört zu denjenigen, welche die allergeringste Verbreitung besitzen. Ausser ihr gibt es noch zwei Arten der Gattung, eine im Oriente, *W. orientalis,* die bisher nur bei Seleukia und Antiochia gefunden wurde und eine andere, die auf dem Himalaja, in Vorderindien und den Bergen von Afghanistan verbreitete *W. Amherstiana.* Jene ist so wenig von *W. carinthiaca* verschieden, dass wir einen gemeinschaftlichen Ausgangspunkt für beide zu setzen gezwungen sind; diese weicht, der weiteren Entfernung entsprechend, mehr von beiden ab. Wir müssen in *W. carinthiaca* den Relikt einer Flora, bezw. einer Gattung erblicken, die einstmals zwischen den extremen Vorkommen eine viel weitere Verbreitung hatte.

Ein ähnliches Verhältnis waltet ob zwischen den so ausserordentlich weit gesonderten Vorkommen der europäischen *Gesneraceae* in Europa. Diesen Kontinent bewohnen im ganzen fünf Arten, davon ist *Ramondia Myconi* in den Pyrenäen verbreitet; ihre Verwandten, nämlich *R. serbica*, *R. Nataliae* und *R. Heldreichii*, finden sich auf der Balkanhalbinsel, die beiden ersteren in den serbischen Gebirgen, die letztere auf dem thessalischen Olymp. Eine zweite Gattung, *Haberlea* mit *H. rhodopensis*, ist nur dem Rhodope in Thracien eigentümlich. Die weiteren Verwandten treffen wir aber mit Ueberspringen der umfangreichsten Landstrecken erst wieder in Ostindien, von der engeren Gruppe der *Ramondieae* sogar erst in den Gebirgen Chinas wieder. *Dioscorea pyrenaica* lässt sich als ein letztes Beispiel des isolierten Vorkommens einer Gattung in Europa nennen, deren nächste Verwandten erst zwischen den Wendekreisen wieder begegnen.

Zu der zweiten Kategorie von Pflanzen, die mit engbegrenztem Verbreitungsbezirke ausgestattet sind, und von denen wir mit Fug und Recht vermuten dürfen, dass sie sich erst in relativ neuer Zeit von anderen Formen abgespalten haben, gehören gewisse Arten aus den Gattungen *Hieracium*, *Rubus* und *Rosa*, welche zuweilen nur in einem oder sehr wenigen Individuen gefunden worden sind. Im allgemeinen ist eine isolierte Lage ganz besonders angethan, um solche neue Gestalten nicht bloss zu erzeugen, sondern auch zu bewahren. Deswegen sind der Ausdehnung nach beschränkte, von Kontinenten

möglichst weit entfernte Inseln, ebenso wie isolierte Gebirgserhebungen und recht abgeschlossene Thäler reich an eigenartigen Formen von sehr beschränkter Verbreitung (Endemismen). Einige derselben sollen hier noch eine Erwähnung finden. Um nur aus Europa einige der Arten zu nennen, so haben die Seealpen und das benachbarte Ligurien eine verhältnismässig grosse Anzahl geboten; ich erwähne *Saxifraga florulenta* von der Madonna delle Finistre, *Campanula isophylla* vom Capo di Noli und *Convolvulus sabaticus* von ebendort; in derselben Rücksicht sind Sardinien (u. a. mit *Centauria filiformis*), Creta (mit *Eryngium ternatum* u. s. w.), der Berg Athos in Thracien (mit *Saxifraga sancta*) zu nennen. Das Verlangen nach diesen „Seltenheiten" hat einzelne solcher Pflanzen mit beschränktem Verbreitungsbezirke bereits vollkommen ausrotten lassen; so z. B. ist die *Fagonia latifolia* von dem einzigen Standorte am Gebel Achmâr bei Kairo, verschwunden; auch einige Arten der Flora von St. Helena sind völlig ausgestorben, wie z. B. *Trochetia Erythroxylon*, die indes noch in botanischen Gärten kultiviert wird.

Wir wollen hier noch anfügen, dass Gegenden mit Endemismen häufig auch zahlreichere Gattungen mit nur einer Art (Monotypen) aufweisen, die zuweilen eine sehr abgesonderte Stellung im Systeme einnehmen, so z. B. findet sich *Lactoris fernandeziana* nur auf der auch sonst an eigentümlichen Formen reichen Insel Juan Fernandez an der chilenischen Küste; sie macht eine eigene Familie aus, der man neuerdings einen Platz in der Nähe der *Magnoliaceae* zugewiesen hat; *Dendrosicyos socotrana* von der Insel Socotra ist die einzige baumartige *Cucurbitacee* mit einem mächtigen, fleischigen Stamme, *Pringlea antiscorbutica*, der *Kerguelenkohl*, nimmt eine eigenartige Stellung unter den Cruciferen ein; *Thyrsopteris elegans* von Juan Fernandez ist ein Farn von sehr zweifelhafter Verwandtschaft.

Die Zahl der *Phanerogamen*, welche ein übergrosses Gebiet auf der Erde besiedelt haben und die man früher als Kosmopoliten bezeichnete, ist nicht allzu gross. A. de Candolle zählte 16 Arten auf, welche über die Hälfte der Erde verbreitet wären. Neuerdings ist darauf hingewiesen worden, wie schwierig es ist, das Areal zu bestimmen, das eine Pflanze besetzt hält, da ein zerstreutes, auf weite Strecken vereinzelt verteiltes Vorkommen nicht das Recht gibt, ihr das ganze zwischenliegende Gebiet als Wohnplatz zuzuschreiben. Sieht man diejenigen Arten als Kosmopoliten an, welche in allen fünf Weltteilen gefunden werden, so erhebt sich die oben erwähnte Zahl auch über 100. Zu ihnen gehören mit einer sehr dichten Besiedlung eine grössere Anzahl von Wasserpflanzen, wie *Potamogeton pusillus, P. fluitans, Ruppia maritima, Zannichellia palustris* (die allerdings noch nicht in Australien, wohl aber auf Neuseeland beobachtet wurde), *Lemna gibba, Ceratophyllum demersum, Najas major;* dann zählt dazu eine Menge von Uferpflanzen, z. B. *Scirpus lacustris* und *S. maritimus, Cladium Mariscus, Carex flava* und *C. Pseudo-Cyperus, Glyceria fluitans, Phragmites communis, Veronica serpyllifolia, Samolus Valerandi, Brunella vulgaris;* ferner sind gewisse Unkräuter, wie *Taraxacum officinale, Verbena officinalis, Portulaca*

oleracea, *Stellaria media*, *Myosurus minimus, Solanum nigrum*, *Oxalis corniculata, Urtica urens*, *Chenopodium album*, *Setaria glauca* und *S. viridis, Poa annua* u. s. w. anzuführen; während bei den letzteren die, selbstverständlich unfreiwillige, Mithilfe des Menschen zur Verbreitung beigetragen hat, wird man bei jenen hauptsächlich an die Einwirkung der Wasservögel zu denken haben.

Die *Kryptogamen* sind teilweise überaus weit über die Erde verbreitet, und hier dürfte wohl die geringe Grösse und daher die leichte Beweglichkeit ihrer Propagationsorgane für die Gewinnung grosser Gebiete von Belang gewesen sein. Nicht bloss niedere Kryptogamen sind durch ein grosses Besiedelungsareal ausgezeichnet, wie z. B. *Polyporus versicolor, P. lucidus, Pholiota campestris* (der *Champignon*), viele *Myxomyceten*, die über die ganze Erde zerstreut vorkommen, sondern auch unter den höheren, den Gefässkryptogamen, gibt es einige Vertreter, die ungemein weit verbreitet sind, z. B. *Pteridium aquilinum, Aspidium Filix mas* und *Lycopodium clavatum,* sowie *L. annotinum.* Wenn sich nun die Thatsache als richtig erweist, dass die infektiösen Krankheiten, welche periodisch die Bewohner grosser Länderstrecken befallen, allgemein ihre Ursache in gewissen zu den kleinsten Formen der Pilze gehörigen Mikroorganismen haben, und diese Thatsache hat die allergrösste Wahrscheinlichkeit für sich, so würden wenigstens zeitweise jene pflanzlichen Gebilde die allerweiteste Verbreitung über den Erdkreis besitzen.

Sehr eigentümlich und wohl auch nur durch eine frühere weitere Verbreitung erklärlich ist das durch sehr grosse Strecken gesonderte Areal einiger weniger Pflanzenarten, die sich nicht in die drei Gruppen der Kosmopoliten einreihen lassen. *Empetrum nigrum* z. B. hat ein grosses circumpolares Verbreitungsgebiet im Norden und tritt, durch Tausende von Meilen getrennt, in Formen an der Magalhaensstrasse und in Chile auf, die nur als Varietäten des Typus zu betrachten sind; ähnlich ist es mit *Primula farinosa* und *Gentiana prostrata.* Wir haben ferner aus der argentinischen Republik eine Anzahl von Pflanzen, die oft ohne Zwischenstationen im Inneren von Texas und Mexiko wieder begegnen, z. B. *Sida ochroleuca*, *Mentzelia albescens* u. s. w., während *Sida anomala,* eine sehr ausgezeichnete, mit der in Amerika verbreiteten *S. ciliaris* verwandte Art, in Südbrasilien und Argentina, sowie auf Cuba wächst.

Wie mit den Arten, so verhält es sich auch mit den systematischen Gruppen höheren Ranges, mit den Gattungen und Familien; einige der ersteren, namentlich die Oligotypen (d. h. solche mit wenigen Arten), haben zuweilen ein sehr engbegrenztes Besetzungsareal, andere sind in zahllosen Arten über die ganze Erde zerstreut. Von jenen haben wir schon oben einige Inselbewohner kennen gelernt; charakteristische Gattungen mit etwas grösserer Artenzahl finden wir auf den Sandwichinseln oder auf isolierten Gebirgsgruppen, wie z. B. *Psyllocarpus* in Brasilien, *Schiedea*, *Phyllostegia*, *Isodendron* u. s. w. auf den erwähnten Inseln. Zu den verbreitetsten Gattungen wiederum zählen dagegen *Panicum*, *Carex, Ranunculus*, von tropischen *Sida*, *Acacia*, *Psychotria.*

b) Die Vegetationsformen und Vegetationsformationen.

Es bleibt ein unvergängliches Verdienst A. v. Humboldts, des Begründers der wissenschaftlichen Pflanzengeographie, darauf hingewiesen zu haben, dass für die Charakterisierung der Pflanzendecke in den verschiedenen Teilen der Erde eine Zusammenstellung der Gewächse nach ihren biologischen und physiognomischen Merkmalen von grösserem Belange ist, als die Stellung der Formen in dem natürlichen Systeme, welches auf die Verwandtschaft der Pflanzen gegründet, aus den morphologischen und neuerdings auch aus den anatomischen Merkmalen erschlossen wird. Indem man die Pflanzen ohne Rücksicht auf das natürliche System in Gruppen brachte, gewann man den Begriff der Vegetationsformen. Nur diejenigen Gestalten konnten an den einzelnen Orten der Erde erhalten bleiben, welche den äusseren sie umgebenden Bedingungen angemessen ausgerüstet waren. Auf diese Weise entstanden oft die überraschendsten Aehnlichkeiten in der Tracht der Gewächse, so dass sie zuweilen nur durch eine genauere Untersuchung systematisch auseinander gehalten werden können; die ericoide, die equisetoide, die cactoide Tracht z. B. wiederholt sich in zahlreichen Pflanzenfamilien an sehr verschiedenen Orten der Erde mit analogen physikalischen Verhältnissen. Die Grundlagen, welche für die Gliederung in Vegetationsformen gelten, entbehren in erheblichem Masse der Schärfe, welche man nach und nach für das natürliche System gewonnen hat, und eine Folge dieses Mangels ist, dass der Umfang derselben und somit die Zahl der Gruppen bei den verschiedenen Autoren wechselt. Durch diesen Umstand wird aber der Wichtigkeit derselben kein Abbruch gethan.

Die wichtigsten Vegetationsformen sind folgende:

Die Bäume und Sträucher, unter sich in allen Graden durch Uebergänge verbunden, sind durch einen Stamm mit mehr oder minder entwickeltem Holze ausgezeichnet, der bei jenen am Grunde einen einheitlichen Körper darstellt und sich erst in der Höhe teilt, während er bei den letzteren schon von der Basis an in Aeste aufgelöst wird. *Pterocarya caucasica* ist ein Beispiel dafür, dass die Höhe der Sträucher eine recht bedeutende wird, da sie hierin ihren Verwandten, den *Walnüssen,* sehr nahe oder völlig gleich kommt. Die Belaubung ist entweder eine mehr als ein Jahr verbleibende (immergrüne Holzgewächse), oder sie wird in kürzerer Frist abgeworfen. Je nachdem das Laub zu Austritt der Winter- oder der Trockenzeit abfällt, unterscheidet man sommergrüne oder regengrüne Bäume oder Sträucher. Sind die Bäume reichlich verästelt und tragen sie an grösseren Internodien locker gestellte Blätter, so führen sie den Namen Wipfelbäume; ist die Verzweigung spärlich oder unterbleibt sie ganz, so sind die dann stets grossen Blätter in gedrängten Aggregaten an den Spitzen der Zweige versammelt; sie heissen nun Schopfbäume (*Palmen, Yucca* unter den Monokotyledonen, *Clavija*, *Theophrasta* unter den Dikotyledonen). Die Lianen sind Pflanzen von

einer solchen Entwickelung der Achse, dass Länge und Biegungsfestigkeit miteinander in Widerspruch kommen. Sie bedürfen zu ihrer Aufrechterhaltung einer Stütze. Je nach der Art, wie sie sich mit derselben in Beziehung setzen, unterscheidet man vier Formen: Spreizklimmer, welche sich entweder nur an andere Pflanzen anlehnen oder durch rechtwinkelig, zuweilen sogar stumpfwinkelig abgehende Aeste (z. B. *Trachyphrynium*arten in Westafrika) einen Widerhalt erfahren; häufig sind bei ihnen auch rückwärts gerichtete, meist gekrümmte Emergenzen entwickelt, welche gegen das Abrutschen der Zweige wirksam sind. — Die Wurzelkletterer klammern sich durch Wurzeln an die Stütze (*Araceae, Epheu*).

Die Windepflanzen sind dadurch gekennzeichnet, dass sich die Achse durch eine Kombination von negativem Geotropismus und Nutation spiralförmig um die Stütze legt; ein Kontaktreiz findet nicht statt, sie vermögen nur senkrechte oder schwach geneigte Stützen zu umwinden. Der Zahl nach stehen sie allen anderen Lianen voran.

Die Rankenpflanzen befestigen sich vermittelst eigentümlicher, cylindrischer bis fadenförmiger Organe, welche den Blättern oder Achsen homolog zu setzen sind oder direkt Teile der Blätter selbst ausmachen (bei *Entada Wahlbergii* aus Westafrika rankt die Rachis der Blätter, bei *Flagellaria, Gloriosa* die Blattspitze). Allen kommt zu, dass diese Klammerorgane reizbar sind, d. h. dass sie sich, sobald sie eine Stütze berühren, um dieselbe krümmen und sie schliesslich auf grössere oder kleinere Entfernung spiral umlaufen. Diese Reizbarkeit unterscheidet sie von den Windepflanzen; sie können wegen derselben Stützen von jeder beliebigen Lage gegen den Horizont umfassen. Man unterscheidet: Hakenklimmer, bei denen sich bestimmte Achsen, häufig Spindeln von abortierten Inflorescenzen, hakig umbiegen; oft erfahren diese ein starkes sekundäres Dickenwachstum (*Uruparia Gambir, Artabotrys*, ein Geschlecht der *Anonaceae*, deren Haken meist noch mit Blütenständen versehen sind); Astklimmer sind solche Holzgewächse, bei welchen sich einzelne junge Aeste als reizbar erweisen (häufig bei *Hippocrateaceae*); Uhrfederranker zeichnen sich durch in einer Ebene spiral aufgerollte Ranken aus, die ebenfalls axiler Natur sind (an ihnen sind die *Sapindaceae* und *Rhamnaceae* zuweilen von der Tracht nach ähnlichen Familien gut und leicht zu unterscheiden); Fadenranker sind solche Pflanzen, welche sich durch häufig verzweigte Ranken festhalten, die bald als metamorphosierte Blätter (*Kürbisgewächse*), bald als umgebildete Achsen (*Weinrebe*) angesehen werden.

Die Lianen sind hauptsächlich Charakterpflanzen der Tropen, dort wenigstens sind sie in ihrer typischen Form und der grössten Formenmannigfaltigkeit entwickelt. Wenn sie auch bei uns nicht fehlen, so herrschen doch hier die krautigen Formen vor, während dort die holzigen, in den Achsen oft sehr umfangreichen Gestalten entwickelt sind. Von den Dikotyledonen ist erwähnenswert, dass die Stammstruktur fast ausnahmslos anormal ist: der Holzkörper erscheint durch Ausbildung sekundärer Kambien oder durch Wuchergewebe meist eigentümlich zerklüftet.

Die Mangroveform ist eine besondere Genossenschaft von Pflanzen, welche die Meeresküsten der heissen oder sehr warmen Gegenden umsäumt und sich in die Aestuarien der grösseren Flüsse so weit heraufzieht, als noch die Wirkung der Flut das süsse Wasser zeitweise brackig macht. Wenn auch die Anwesenheit des Seewassers notwendig ist, um diese Form in ihrer vollen Entwickelung zu erzeugen, so können doch einige der sie zusammensetzenden Pflanzen (*Bruguiera gymnorrhiza*) im Binnenlande gezogen werden. Die Gewächse dieser Form sind dadurch gekennzeichnet, dass eine aus immergrünen, lederartigen Blättern gebildete Krone über einem Stamme sitzt, welcher häufig durch zahlreiche Luftwurzeln im Meeresgrunde fest verankert ist und wie auf Stelzen steht. Die meisten Arten sind vivipar, d. h. ihre Samen keimen schon, während sie noch am Baume befestigt sind, und schicken ein meist ausserordentlich mächtiges Hypokotyl aus der Frucht heraus. Es scheint, dass in diesem Umstande eine Vorrichtung zu erkennen ist, welche dazu dient, die abfallende Frucht mit einem erheblichen Eigengewicht in den Meeresgrund einzutreiben. Die Komponenten der Mangroveform gehören verschiedenen Familien an, sie variieren auch in den verschiedenen Gegenden der Erde: die Hauptmasse bilden in Amerika *Rhizophora Mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erectus* (Combretaceae) und *Avicennia officinalis* (Verbenaceae). Diese Pflanzen setzen die Form auch in Westafrika zusammen, im Osten aber gesellen sich als indische Zusammensetzungselemente hinzu: *Bruguiera gymnorrhiza*, *Ceriops Candolleana, Rhizophora mucronata* (Rhizophoraceae), *Sonneratia acida* (mit den Myrtaceae verwandt), durch welche schliesslich die oben erwähnten ganz vertreten werden bis auf *Avicennia.* Beachtenswert sind für die indische Mangrove die zenithwärts aus dem Boden aufstrebenden, zapfenartigen Athemwurzeln der *Sonneratia.*

Die Stammsukkulenten sind ebenfalls noch stammbildende Pflanzen, bei denen aber die Zentralachse fleischig ist; später erreichen sie durch Bildung des Sekundärholzes oft eine beträchtliche Festigkeit. Die Ausbildung der Blätter tritt bei ihnen sehr zurück oder verliert sich ganz, für sie übernehmen die jüngeren, seltener auch die älteren Zweige die Assimilationsthätigkeit. Sie sind häufig durch Stacheln geschützt, deren morphologische Herkunft verschieden sein kann. Sie sind durchweg Xerophyten und bewohnen die trockenen Landstriche der östlichen und westlichen Halbkugel. In jener werden sie hauptsächlich durch die *Kakteen* gebildet, in dieser stellen die *Euphorbiaceae* die Hauptmasse, doch gibt es auch *Asclepiadaceae* (*Stapelia, Hoodia*), *Apocynaceae* (*Pachypodium*, *Adenium*) u. s. w.

Die blattlosen Gesträuche verhalten sich bezüglich der Assimilation ähnlich, indem die Blätter entweder auf Schüppchen, die bald eintrocknen oder höchst unansehnlich sind, reduziert erscheinen oder, wenn sie grösser sind, schnell abfallen. Dafür sind in den jüngeren, nicht fleischigen Zweigen mehr oder weniger ausgedehnte Streifen oder zusammenhängende Mäntel von assimilatorischem Gewebe entwickelt. Zu ihnen zählen eine Menge Sträucher der

Wüsten- und Steppengegenden, die oft mit Stacheln und Dornen bewehrt sind (*Colletia* in Südamerika), vielfach aber auch unbewehrt sind (*Ephedra, Spartium*, *Leptadenia*, der Marh der Araber).

Die Blattsukkulenten besitzen entweder gar keinen oder doch nur einen solchen Stamm, welcher im Verhältnis zu den fleischigen, oft umfangreichen Blättern nicht beträchtlich ins Gewicht fällt. Auch sie sind vorzüglich den trockeneren Klimaten angepasst und sind oft für den Charakter der Landschaft von auffallender Bedeutung. Die Zentren der Blattsukkulenten liegen in Amerika (*Agave*, *Echeveria*) und in Südafrika (*Aloë, Cotyledon, Mesembrianthemum*), doch fehlen sie nirgends, wenn sie auch ausserhalb der erwähnten Distrikte keine grosse Rolle spielen; bei uns sind sie vertreten durch *Sedum* und *Sempervivum*.

Die Halbsträucher sind besonders in den mässig trockenen Gebieten der wärmeren Gegenden verbreitet; sie sind dadurch ausgezeichnet, dass die jährlich hervorgetriebenen Aeste zwar nicht ganz, aber doch auf eine beträchtliche Ausdehnung zu Grunde gehen; aus bleibenden oberirdischen Resten erscheinen dann im nächsten Jahre neue Triebe. Nicht wenige Gewächse der wärmeren Klimate, deren Verwandte bei uns nur weichere Stauden oder Kräuter bleiben, verholzen am Grunde der Achse und geben Veranlassung zur Ausbildung so zahlreicher Halbsträucher (z. B. die Ruderalpflanzen aus der Ordnung der *Malvales, Sida rhombifolia*, *Triumfetta semitriloba*); *Thymian*, *Rosmarin* und *Lavendel* sind in den nördlichen Gegenden Europas nur 1jährige oder ausdauernde Kräuter, während sie bei uns schon, noch mehr aber im Süden, zu Halbsträuchern und endlich zu Sträuchern werden.

Die Rosettenträger sind Pflanzen mit grossen, krautigen, dicht zusammengestellten Blättern, die, wie bei den Rosettenfarnen (*Asplenum Nidus avis, Onoclea Struthiopteris,* den sehr grossen Marattiaceae, z. B. *Angiopteris evecta*) auf einem dicken, niedrigen Stamme sitzen oder von einer dicken, saftigen Achse getragen werden (*Musa*). Lange Zeit bleibt die letztere gestaucht und der schon hohe Scheinstamm wird nur von den grossen und biegungsfesten Blattscheiden gebildet; später erst bei der Blütenbildung hebt sich die Achse, die aber immer weich und saftig bleibt.

Die Epiphyten sind ein äusserst heterogenes Gemisch aus den verschiedensten Familien, welche aber durch ihre Lebensweise auf den Stämmen anderer Pflanzen einen gemeinschaftlichen biologischen Charakter erhalten. Sie sind, häufig wenigstens, xerophytischer Lebensweise angepasst und deswegen mit dicken Wasserspeichern (*Orchidaceen*bulben), mit dicken fleischigen Blättern (ebenfalls viele *Orchidaceae*, *Hillia* und andere *Rubiaceae*), zum Teil auch mit fleischigen Stengeln und reduzierten Blättern versehen (*Rhipsalis*, *Hariota*). Vermöge dieser Einrichtung sind sie im stande, von ihren Wohnorten auf anderen Pflanzen gelegentlich auf die trockensten Felsen überzugehen: *Rhipsalis Cassytha*, eine epiphytische Kaktee, wächst in Amerika und Westafrika in den dunstgesättigten Urwäldern und hängt wie Bindfadenschnüre meterlang herab, während

sie auf Mauritius die dürrsten Felsklippen der Vulkane besetzt hat; auch *Tillandsia*arten zeigen gelegentlich einen ähnlichen Wechsel in Südamerika, wie *Vaccinium-* und *Agapetes*arten in Malesien. Zur Gattung *Tillandsia* gehört auch jene grosse epiphytische Form des Orgelgebirges bei Rio de Janeiro, in deren Blattachseln sich so viel Wasser ansammelt, dass auf der Oberfläche die schöne *Utricularia nelumbifolia* schwimmen kann; sie schickt aus der Achsel ihrer peltaten Blätter Ausläufer, welche, wenn sie ein benachbartes Bassin finden, in ihm eine neue Pflanze erzeugen.

Zu den Epiphyten zählen ferner die verschiedenen Baumwürger, wie *Clusia rosea, Ficus*arten, *Ceiba Rivieri,* welche, auf anderen Bäumen keimend, teils Wurzeln nach dem Erdboden am Stamme entlang, teils Klammerwurzeln in transversaler Richtung treiben und endlich den Wirt derartig umspinnen, dass er sich nicht ferner verdicken kann und zu Grunde geht.

Die Kräuter sind Gewächse von kurzer Vegetationsdauer, die des stärker verholzten Stammes entbehren. Man teilt sie ein in Land- und Wasserkräuter, die letzteren in Süss- und Meerwasserkräuter. Eine Reihe derselben gelangt nur einmal zur Samenerzeugung; dabei vollenden sie ihren Vegetationscyklus entweder schon in einem Sommer oder sie kommen in der einen Periode zur Keimung und ersten Entfaltung, meist unter Bildung einer Laubrosette, im nächsten Jahre aber erfahren sie die Entwickelung der Blüten und die Ausbildung der Samen; man nennt sie gewöhnlich hapaxanthe und zwar 1jährige und 2jährige Kräuter. Die übrigen sind ausdauernd, d. h. eine unterirdische Grundachse erzeugt mehrere Jahre hindurch aus den Achseln von meist unterirdischen oder bodenständigen Blättern neue Lateraltriebe, welche mit einem Blütenstande abschliessen. Man nennt die ausdauernden Kräuter Stauden. Sie müssen, weil sie eine Ruhezeit während der exzessiv kalten oder trockenen Jahreszeit durchzumachen haben, mit Schutzmitteln in der Form von Schuppen und Haaren ausgerüstet sein; ausserdem sind sie, um den Austrieb neuer Sprosse zu sichern, mit Wasserspeichern oder Reservestoffbehältern in Gestalt von Knollen, Zwiebeln u. s. w. versehen.

Als besondere Form kann man an sie die aus der Erde sich erhebenden, chlorophylllosen Parasiten (z. B. *Lathraea Squamaria, Orobanche*arten, *Cytinus Hypocistus, Rafflesia* u. s. w.), sowie die Saprophyten anschliessen, von denen die letzteren ihre Nahrung aus dem Detritus des Waldbodens ziehen (*Coralliorrhiza innata, Neottia Nidus avis*; noch zahlreicher in den Tropen wie die *Triuridaceae,* gewisse *Burmanniaceae*, *Voyria, Cotylanthera*, die letzteren *Gentianaceae* u. s. w.). Wenn diese Pflanzen Chlorophyll enthalten wie gewisse *Burmannia*arten, so sind sie biologisch zu der Staudenform zu ziehen, ebenso wie sich die Parasiten auf Bäumen physiognomisch den Epiphyten anreihen.

Von den Kryptogamen werden die Farne verschiedenen Formen zugehören, sie können zu den Schopfbäumen (Baumfarne), den Rosettenträgern (s. oben), den Stauden (*Polypodium vulgare, Cysto-*

pteris fragilis u. s. w.) gehören. Die Algen zählen meistens zu den Wasserkräutern, dagegen bilden die Moose und Flechten besondere Formen, welche durch ihren niedrigen, rasenartigen Wuchs mit dicht beblätterten, dünnen Stengeln oder durch ihren thalloiden Wuchs gekennzeichnet sind. Die Pilze aber werden sich in der grössten Masse, wenn sie nicht als Parasiten fern von der Erde auf anderen Pflanzen gedeihen, den Saprophyten anschliessen, deren erheblichstes Kontingent sie in unseren Gegenden auszumachen pflegen.

Die Vegetationsformen sind, wie erwähnt, gegründet auf die gleichen oder wenigstens ähnlichen biologischen Besonderheiten. Treten sie nun in näherem Anschlusse zu Genossenschaften zusammen, so bilden sie die auf physiognomischer Grundlage beruhenden Vegetationsformationen. So erzeugen z. B. die Bäume in den dichtesten Genossenschaften die Vegetationsformation der Wälder, in denen durch die Einführung anderer Formen, wie z. B. der Lianen und Epiphyten, die Tropenwälder mit einer reichen Verschiedenheit erzeugt werden. Die Mangroveform bedingt mit der Aufnahme charakteristischer Gestalten, wie gewisser Epiphyten, bestimmter Farne, auch *Pandanus*-arten die Littoralwälder. Wieder anders erscheinen die lockeren, tropischen, regengrünen Wälder, die vielleicht in den heissen Klimaten den grössten Teil der Waldvegetation ausmachen. Die immergrünen Laubwälder der subtropischen Gegenden werden durch Formen mit Lorbeer- und Olivenblättern zusammengesetzt, denen sich gegen die Kälte empfindliche Coniferen zugesellen. In den gemässigten Zonen nehmen den breitesten Raum die Wälder ein, welche hauptsächlich aus laubwerfenden Bäumen oder Nadelhölzern bestehen.

Die Formationen der Gebüsche und Gesträuche lassen sich in ähnlicher Weise gliedern, wobei sich beide Gruppen nur durch die Grösse unterscheiden. Die Absonderung ist aber mit viel grösseren Schwierigkeiten verbunden und noch nicht genügend und allgemein gültig durchgeführt, deshalb können nur einzelne, besonders typische Formationen namhaft gemacht werden. In den weiten trockenen Lateritsteppen des tropischen Afrikas begegnet häufig eine Dornstrauchformation, an deren Zusammensetzung sich die verschiedensten Pflanzenfamilien (*Tiliaceae* [*Grewia*], *Apocynaceae* [*Carissa*] u. s. w.), vor allem aber auch fleischige *Euphorbia* beteiligen. Aehnliche niedrige Vergesellschaftungen treffen wir im Kaplande und den nördlicher gelegenen Gegenden, wo die berüchtigte *Acacia detinens*, das Warteinweilchen der Kolonisten, grosse Distrikte bedeckt. Auf den trockenen Campos von Brasilien überziehen die Carrascos, eine dichte, wenig über mannshohe Buschformation, weite Terrains; sie werden hauptsächlich von xerophytischen Akazien (*A. dumetorum*), Myrtengesträuch (*Eugenia*), Rubiaceen (*Psychotria*), Melastomataceen (*Lasiandra*, *Rhexia*) zusammengesetzt, denen sich oft grosse Massen von *Cereus* und *Echinocactus* angliedern. Ganz analoge Bildungen begegnen uns an der Küste, wo sie unter dem Namen Restingas bekannt sind. Südlich und westlich davon finden wir in Argentina die Espinarformation, welche südlich von Mendoza beginnt und

sich über Cordoba bis nach den subtropischen Wäldern von Tucuman und darüber hinaus nach dem Gran Chaco hinzieht. An ihrem Aufbau beteiligen sich die mit stacheligen Blättern versehenen *Jodina rhombifolia* und *Aspidosperma Quebracho blanco,* die von zum Teil 1,25 dcm langen Nebenblattstacheln bewehrten *Prosopis*arten, ferner *Acacia-* und *Mimosa*arten; von wirklichen Dornen, d. h. in stechende Organe umgebildeten Zweigen, starren die Gebüsche der *Gourliea decorticans*, des *Chanar*, nach dem man diese Formation benannt hat, die aber nur den salzhaltigen Gebieten angehört und im Norden hohe Bäume bildet.

Charakteristische Strauchformationen fehlen auch in Europa wie in Australien nicht. Zunächst würden die den Mediterrangegenden eigenen Macchien zu erwähnen sein, welche dichten, zuweilen undurchdringlichen Dickichte aus Myrten, dem wilden und dornigen Oelbaum (*Oleaster*), *Phillyrea, Erica arborea, Cistus* und *Pistacia* gebildet werden. Ihm entsprechend, wenigstens nach vielen Rücksichten ähnlich, ist der Scrub von Australien; wie jene ist er hauptsächlich durch Formen mit immergrünem Laube gekennzeichnet; er ist je nach der Breitenlage verschieden zusammengesetzt, in den nördlichen Distrikten ist die Hauptkomponente *Acacia harpophylla* mit sichelförmigen, graublauen Blättern, deren Farbe das Gesamtaussehen bedingt; südlicher wird der Mallee Scrub gefunden, welcher hauptsächlich aus einigen *Eucalyptus*arten (*E. dumosa* und *E. oleosa*) aufgebaut wird; als wenig gern gesehener Genosse mischt sich das mit sehr spitzen Trieben versehene, stechende *Spinifexgras* (*Triodia pungens*) ein.

In den nördlicheren Gegenden von Europa begegnen die niedrigen Gesträuche der Callunaformation, unsere bekannte Heide, ferner die dichteren Hecken der Dornsträucher, welche von der Schlehe, dem Kreuz- und Weissdorn gebildet werden und hauptsächlich die Abhänge von Hügeln und niederen Bergen bekleiden. Auf den höheren Lagen der Gebirge tritt dann als letzter Repräsentant der Holzgewächse in dichten Beständen die Knieholzformation (*Pinus montana* var. *Pumilio*) auf, welche nur an wenigen Stellen tiefer herabsteigt (Iserwiese). Ihr entsprechend erscheint in Ostsibirien eine Zwergform der *Arve* oder *Zirbel.* In den alpinen Gebirgen vieler Gegenden der nördlich gemässigten Zone spielen die Alpenrosengebüsche eine wichtige Rolle; in unseren Alpen *Rhododendron hirsutum* und *R. ferrugineum*, im Orient *R. flavum*, in Sibirien *R. dahuricum;* im Himalaja *R. arboreum,* in Amerika das schöne *R. catawbense.*

Die Formationen der Stauden sind für die Physiognomik der Pflanzendecke in den verschiedenen Zonen neben den Waldformationen von besonderer Wichtigkeit. Zuerst heben sich vor allem diejenigen heraus, deren Hauptbestandteil von der Grasform gebildet wird. Wir rechnen zu derselben nicht bloss die Gramineen, sondern alle anderen Monokotyledonen mit schmalen, grasartigen Blättern, rasigem oder wenigstens geselligem Wuchse und unscheinbaren grünen Blüten: namentlich schliessen sich also die Cyperaceae, Juncaceae,

aber auch manche Juncaginaceae an, sobald sie sich dem Grastypus nähern.

Je nachdem sie ihre Ruheperiode während der kalten oder während der trockenen Jahreszeit durchmachen, kann man 3 Gruppen unterscheiden: die Wiesen, welche im Winter ruhen, während des Sommers grün bleiben; die Steppe, ausgezeichnet dadurch, dass die Vegetation im Winter ruht und die Gräser im Hochsommer vertrocknen; die Savanne ist durch eine Ruheperiode zur trockenen Jahreszeit gekennzeichnet.

Die süsse Wiese besitzt neben dem geschlossenen, dichten Rasenteppich aus echten Gräsern als accessorische Bestandteile eine mehr oder weniger entwickelte Staudenvegetation, die ihr zumal im Beginn des Sommers und im Herbste das freudig bunte Aussehen verleiht; auch niedrige Sträucher, besonders Weidenarten, treten hinzu. Wird sie feuchter, so kennzeichnet das Auftreten von Moosen und das gradweis zunehmende Vorwiegen der Cyperaceae die saure Wiese, welche endlich zum Moor wird, wenn die letzteren ausschliesslich die Herrschaft erlangen. — Die Steppe zeigt einen lückigen Graswuchs, überall schimmert der Boden durch die truppweise verstreuten Rasenpolster echter Gräser hindurch; Nebenbestandteile sind im Frühjahr zahlreiche Zwiebelgewächse (*Tulpen*, *Scilla* u. s. w.) und harte Stauden aus den Familien der Compositae, Labiatae u. s. w.; sie sind teilweise durch dichte, filzige Behaarung, teilweise durch den Gehalt an ätherischen Oelen gegen das Austrocknen durch die Glut des Sommers geschützt, welchem die zarteren Gräser erliegen.

Die Savanne hat ebenfalls einen lückigen Graswuchs; die echten Gräser herrschen zwar vor, aber doch sind auch die Cyperaceae von Bedeutung (besonders feinblättrige *Scirpus*arten, *Cyperus* und *Fimbristylis*). Von accessorischen Bestandteilen sind Holzgewächse wichtig, die der gleichen Ruheperiode angepasst sind und teilweise Epiphyten tragen; nicht minder finden sich Lianen von krautiger Beschaffenheit, welche die oft sehr grossen Formen der Gräser, oder von holziger Beschaffenheit, welche die Bäume umranken.

Je nach den besonderen Zusammensetzungsstücken, welche in den verschiedenen Gegenden mitwirkend sind, zerfallen die 3 Hauptgruppen in eine Reihe von Formationen, von denen die Wiesenformation im engeren Sinne durch sehr gesellige, langhalmige Gräser und höhere Stauden und Sträucher, die Mattenformation durch das Fehlen der letzteren, die Triftformation durch einen rascheren Wechsel von kleineren Formen gekennzeichnet wird.

Bei den Steppen mit dem massenhaften und oft ausschliesslichen Vorkommen einer Art hat man nach derselben Sonderungen zu machen versucht; so ist die Thyrsaformation hauptsächlich gebildet von *Stipa pennata* mit den federartigen, langen, wehenden Grannen; im malayischen Archipel tritt die Alang-alang-Formation auf, welche hauptsächlich oder allein von *Imperata arundinacea* ausgemacht wird; sie überzieht alles Land, welches vom primären Walde befreit wird, mit der grössten Geschwindigkeit, falls nicht

der Mensch mit grosser Energie das Auftreten des Grases bekämpft. In vielen Gegenden treten andere höhere Gräser, wie *Saccharum spontaneum* und *S. arundinaceum*, *Themeda*- (*Antisthiria*-)Arten u. s. w. hinzu. Der Unterschied gegen die Savanne wird durch gelegentliche Einsprengungen von Waldkomplexen verwischt.

Die Campine, eine auf dem Lateritboden Afrikas vorkommende, weit verbreitete Formation ist ebenfalls eine Savanne, die durch Aufnahme weiterer Waldbestände in die lockeren Tropenwälder, durch das Zurücktreten derselben aber in die Steppe übergeht. Sind Wasserläufe von einer grösseren Mächtigkeit vorhanden, so dass der Vegetation zu allen Jahreszeiten die erhaltende Feuchtigkeit in genügender Menge gespendet wird, so entwickelt sich in der Campine der strombegleitende Galleriewald, der namentlich in Zentralafrika auftritt. Auch die Prärieen der mittleren Vereinigten Staaten lehnen sich wegen des grösseren Waldbestandes an die Savannen an, während die Llanos die entsprechende Vegetationsformation in Guyana und Venezuela darstellen. Die Pampas aber im Osten des Espinargebietes von Argentina mit ihrer vorzüglich aus *Stipa*-, *Aristida*- und stechenden *Melica*arten bestehenden Vegetation sind Steppen. Die Meinung, dass die Steppen und Savannen durch das gewohnheitsmässige oder periodisch spontan auftretende Abbrennen ausgedehnt werden, verdient durchaus die Beachtung, die man ihr geschenkt hat, weil durch das Brennen der etwa aufkommende Baumwuchs immer von neuem vernichtet wird.

Die Moos- und Flechtenform bilden bei uns schon einen integrierenden Bestandteil gewisser Wiesenformationen, besonders der Moore und Hochgebirgswiesen; für sich treten sie zu jenen Vergesellschaftungen von ungeheurer Ausdehnung auf, welche als Tundren bezeichnet werden. Sie nehmen jenseits der Baumgrenze in Europa und Asien sowohl, wie in Amerika die grössten Areale in feuchteren Gegenden ein, und nur wenn in ihnen das Wasser verdunsten oder absickern kann, wird der äusserst einförmige Anblick durch die Wiesenbildung mit glacialen Gräsern und eingestreuten schönblühenden Dikotyledonen gebrochen.

Die übrigen Kräuter wirken nur formationsbildend durch die perennierenden Stauden, die 1jährigen sind nicht von solcher Bedeutung. Meistens beteiligen sie sich, wie oben gesagt wurde, an der Zusammensetzung der verschiedenen Grasformationen; nur in Ostasien sind die Hochstaudenformationen, welche durch *Heracleum dulce, Spiraea camtschatica* (die in wenigen Wochen bis 5 m aufschiesst) u. s. w. für die mit Wald gemischten Parklandschaften sehr bezeichnend. Bei uns finden wir eine ähnliche Formation in den Mittelgebirgen, wo sie durch *Digitalis purpurea, Epilobium angustifolium* und *E. hirsutum,* in höheren Regionen durch *Mulgedium alpinum, Aconitum* und *Adenostyles* gebildet wird und an den Diluvialgehängen der Ostsee, die durch eine üppige Hochstaudenvegetation, bestehend aus den ersterwähnten und ausserdem den ausserordentlich grossen *Archangelica officinalis* und *Sonchus palustris,* bekleidet werden. — Um die Bedeutung dieser Vegetationsformen für

die Physiognomik der Erde zur Anschauung zu bringen, haben wir eine Karte mitgeteilt, die, nach Englers grundlegenden graphischen Darstellungen entworfen, ein klares Bild ihrer Verteilung gewährt.

C. Die pflanzengeographischen Gebiete der Erde.

Die Einteilung der Erde in pflanzengeographische Gebiete hat zwei voneinander vollkommen verschiedene Verhältnisse zu betrachten: sie muss einmal die physiognomischen Vegetationsformationen berücksichtigen und zweitens die Flora, d. h. die systematische Verwandtschaft der Pflanzenformen in Rechnung ziehen, welche jene zusammensetzen. Die ersteren sind in mehr oder minder für uns verständlicher Weise das Resultat der auf die Pflanzenwelt von aussen einwirkenden Agentien, und zwar besonders von Feuchtigkeit und Wärme; die letztere stellt das aus der Vergangenheit überlieferte Material dar, an welchem jene Einflüsse wirkten. Deswegen können wir an weit voneinander getrennten Orten analoge Formationen finden, deren Komponenten aber durchaus verschiedene Florenelemente ausmachen. In der Zwietracht, welche durch die Abgrenzungen beider Verhältnisse in derselben Gegend offenbar werden muss, liegt die Schwierigkeit der Sonderung und Aufstellung pflanzengeographischer Gebiete überhaupt.

Eine weitere Verwickelung wird noch dadurch herbeigeführt, dass die Pflanzengeographie nicht bloss die Vegetation in einem bestimmten gleich hoch gelagerten Niveau zu prüfen und zu schildern hat, sondern dass sie auch die Vegetation in verschiedenen Höhenlagen zu untersuchen und darzustellen gezwungen ist, dass sie die Vegetationsregionen in das Bereich ihrer Betrachtung ziehen muss. Bei der Aufstellung der pflanzengeographischen Gebiete kommen also 3 Faktoren in Betracht:

I. Die Flora, bezw. die Pflanzengeschichte des Gebietes.
II. Die Vegetationsformationen, bezw. deren konstante Vergesellschaftungen, die Vegetationszonen.
III. Die Vegetationsregionen.

Da gegenwärtig nur ein einziges Werk existiert, welches sich mit der Geschichte der Florengebiete der ganzen Erde beschäftigt: Englers Versuch einer Entwickelungsgeschichte der Pflanzenwelt, so legen wir dieses für die folgende Einteilung zu Grunde. — Man kann danach die gesamte Vegetation in vier grosse Hauptreiche sondern, in:

A. Das nördliche, extratropische Florenreich,
B. das paläotropische Florenreich,
C. das neotropische Florenreich,
D. das altozeanische Florenreich.

Jedes derselben wird von Engler wieder in eine Anzahl von Gebieten, jedes der letzteren in Provinzen, jede Provinz in Zonen geteilt (s. unten).

A. Das nördliche extratropische Florenreich.

Die Südgrenze dieses grössten Florenreiches der ganzen Erde liegt von West nach Ost gehend im nördlichsten Teile des afrikanischen Kontinents, durchkreuzt die arabisch-syrische Wüste, verläuft am Gestade des persischen Meerbusens, biegt an der Scheide von Indien, Belutschistan und Afghanistan nach Norden, folgt den südlichen Kämmen des Himalaja, kreuzt in unsicheren Konturen das eigentliche China und tritt mit Einschluss des allergrössten Teiles von Japan nach Nordamerika über, wo sie, das mexikanische Gebiet ausschliessend, südlich vom Staate Kalifornien den Golf von Mexiko erreicht und durch die Enge zwischen Cuba und Florida austritt. Die Flora dieses ganzen ungeheuren Areales hat unmittelbar oder mittelbar unter dem Einflusse der Glazialperiode, zur Zeit des Diluviums, gestanden; unmittelbar, indem die Vegetation der Erde bis zu einer Breite, die wir oben angegeben haben, durch die Bedeckung mit einer zusammenhängenden Eiskappe vollkommen vernichtet wurde, so dass nach dem Rückgange des Eises ein völlig jungfräulicher Boden neu zu besetzen war; mittelbar, indem die mit dem Ereignisse notwendig verbundene Depression der Temperatur auch in den von dem Pol entfernten Gegenden eine wesentliche Beeinflussung auf die Physiognomie der Pflanzendecke ausüben musste.

Die Vereisung eines so weit ausgedehnten Areales hat sich in unendlich langen Zeiträumen vorbereitet und vollzogen. Aus den pflanzlichen Resten, welche uns die Erdschichten der dem Diluvium vorausgehenden Epoche erhalten haben, können wir deutlich die Zeichen einer solchen Vorbereitung erkennen. Das Verschwinden gewisser Formen, welche nur in einer wärmeren Gegend gedeihen konnten (wie hauptsächlich der *Palmen*, tropischen *Weiden* u. s. w.), aus Mitteleuropa während des Pliocäns weist auf eine allmähliche Herabminderung der Temperatur in dieser Epoche hin. Deshalb muss der Gedanke Englers als sehr glücklich bezeichnet werden, welcher als den Ausgangspunkt für die historische Entwickelung der Flora dieses Bereiches den Pflanzenbestand ansieht, der in der miocänen Flora vorliegt. Gehen wir rückwärts, so gelangen wir durch die Fülle der Veränderungen hier zu einem ruhenden Pol, denn in der Miocänperiode herrscht in einer breiten Zone rings um die ganze Erde während einer zweifellos ausserordentlich langen Zeit eine seltene Gleichförmigkeit in der Zusammensetzung der Pflanzendecke.

Wir haben oben in dem Abschnitte über die Phytopaläontologie bereits die wichtigsten Formen namhaft gemacht und bringen hier nur nochmals einige derselben, welche sowohl der östlichen wie der westlichen Hemisphäre gemeinsam sind, in Erinnerung: *Taxodium distichum*, *Sequoia Langsdorffii* und *S. Sternbergii*, *Populus mutabilis*, *Corylus Mac Quarrii*, *Carpinus grandis*, *Alnus Kefersteinii*, *Planera Ungeri*, *Liquidambar europaeum* und *Liriodendron Procaccinii*. Einige dieser Arten stimmen mit gegenwärtig noch vorhandenen völlig überein, wie z. B. *Taxodium distichum*; *Sequoia Langs-*

dorffii lässt sich von *S. sempervirens, S. Sternbergii* von *S. gigantea, Liriodendron Procaccinii* von *L. Tulipifera* nicht unterscheiden, und wenn wir *Carpinus grandis* nicht direkt mit *C. americana, Corylus Mac Quarrii* mit *C. Avellana, Alnus Kefersteinii* mit *Alnus glutinosa, Platanus aceroides* mit *Platanus occidentalis, Liquidambar europaeum* mit *L. styraciflaum* verbinden, so stehen sie ihnen doch so nahe, dass sie als unmittelbare Vorgänger anzusehen sind.

Aus dieser Verbreitung und der innigsten Verwandtschaft miocäner und lebender Arten geht hervor, dass in der gegenwärtigen Vegetation des nördlichen extratropischen Florenreiches ein alter Bestand von Pflanzen, der sich von der Miocänzeit entweder direkt oder in seiner nächsten Nachkommenschaft erhalten hat, vorhanden ist. Engler hat ihn als das arkto-tertiäre Element bezeichnet, da er namentlich auch in den Funden vorwiegt, die Heer aus der arktischen Zone bis nach Grinnellland unter 81° 46′ beschrieben hat. Die Südgrenze dieses arkto-tertiären Elementes wird etwa dort zu suchen sein, wo sich in derselben Zeit die Palmen zu zeigen begannen, also an der Nordküste von Vancouver-Island, Bovey Tracey in England, am Unterrhein, Thüringen, Böhmen, Zentraljapan. Die Nordgrenze ist durch gewisse Beobachtungen auf den Inseln Spitzbergen und Grinnellland aufgefunden worden, denn während im allgemeinen südlich von jenen Gegenden die Bäume mit wechselndem Laube die grösste Menge der Reste geliefert haben, überwogen dort die Nadelhölzer, unter denen sich sogar unsere *Fichte* gefunden hat.

Südlich von diesem Gebiete muss eine Mischung von arktotertiären und tropischen Formen einen allmählichen Uebergang in rein tropische Vegetationsgebiete gebildet haben, ähnlich derjenigen, die wir noch heute besonders in China und Japan wahrnehmen. Ausserdem sind wir berechtigt zu schliessen, dass nördlich von seiner Demarkationslinie noch ein Bestand von Pflanzen existierte, der geringere Ansprüche an die Wärme machte als jene arkto-tertiären Elemente, und die gleiche Voraussetzung dürfen wir bezüglich der Vegetation machen, welche die Abhänge der damals gewiss vorhanden gewesenen höheren Gebirge der gemässigten und wärmeren Zonen bekleidete.

Die Folge der Temperaturerniedrigung vom Miocän an war, dass das arkto-tertiäre Element in immer südlicher gelegene Areale eingriff und sich in dem Masse Terrain eroberte, als vor der zunehmenden Kälte die Flora zurückwich, die einen höheren Anspruch an die Wärme machte. Es konnte unter Umständen weit nach Süden vordringen, wenn ihm nicht eine Barriere, wie in Europa das ostwestlich verlaufende Gebirge, eine früher unübersteigbare Grenze schuf. Nachdem diese Flora, vor der sich vorschiebenden Eiskappe in weiter Entfernung fliehend, unsere Gegend ebenfalls verlassen hatte, siedelte sich zwischen einzelnen mehr widerstandsfähigen Resten, wie Pappeln, Haselnüssen, Hainbuchen u. s. w., eine Flora an, die wahrscheinlich der miocänen Vegetation nördlich von Grinnellland und Spitzbergen entsprach.

Wir können uns aus dem Florenbestande um die Glazialzeit eine Vorstellung deswegen machen, weil die Eisperiode mindestens eine, wahrscheinlich aber mehrere Unterbrechungen durch wärmere Zwischenepochen erfahren hat. Interglaziale Ablagerungen mit gut erhaltenen Pflanzenresten sind uns aus mehreren Gegenden bekannt, wir haben sie oben beim Diluvium kennen gelernt: ausser einigen wenigen Samen fremdartiger Pflanzen (*Brasenia, Folliculites*) werden in ihnen genau dieselben Gewächse gefunden, die noch heute in unserem Vaterland gedeihen. Wenn diese Pflanzen so schnell von den durch den Rückgang des Eises frei gewordenen Territorien Besitz ergreifen konnten, so mussten sie auch in der vielleicht nicht allzu fernen Umgebung des Eises wachsen und wir dürfen deshalb meinen, dass *Fichten, Pappeln, Eiben, Weissbuchen* die Wälder zusammensetzten, welche in der genügenden Entfernung die Gletscherzungen umsäumten, um sogleich, wie auch heute, einen Vorstoss zu machen, sobald durch eine Periode mit bedeutenderer Sommerwärme oder geringeren Niederschlagsmengen ein Rückzug des Eises eintrat.

Ebenfalls bereits beim Diluvium haben wir darauf hingewiesen, dass in Norddeutschland und England, ausserdem aber in Schweden und den russischen Ostseeprovinzen, weit zerstreut und wahrscheinlich häufig die Reste einer alpinen, bezw. heutzutage arktischen Flora gefunden werden. Sie treten ferner, durch eine weite Entfernung getrennt, wieder als Umsäumung der Alpen auf, von denen wir wissen, dass sie das Zentrum einer umfangreichen Vereisung der oberdeutschen Hochebene waren. Die Reste liegen stets unter den Torflagern und einer Schicht, die, als Wiesenmergel bezeichnet, besonders in Norddeutschland entwickelt ist. Von häufigeren Objekten seien erwähnt *Betula nana, Salix polaris, S. retusa,* zuweilen auch *S. reticulata, Dryas octopetala, Polygonum viviparum,* seltener *Saxifraga oppositifolia* und *S. caespitosa.* Dazu gesellen sich dann *Moose* von zum Teil nordischem Charakter.

Besonders aus dem Vorhandensein von *Salix polaris* in der Ebene hat man geschlossen, dass die Flora der norddeutschen Tiefebene und der übrigen genannten Länder zu bestimmten Zeiten, die wahrscheinlich mit der Maximalausdehnung der nördlichen Eiskappe zusammenfallen, einen hochnordischen Charakter gehabt haben muss, denn die erwähnte Pflanze steigt allein nördlich von einer Linie, die nur den äussersten Norden von Europa berührt, von den Gebirgen in die Ebene herab. Eine nicht weniger deutliche Sprache reden aber die noch heute erhaltenen Relikte einer hochnordischen Flora, sowie einer ihr entsprechenden alpinen Flora in den flacheren und niederen Gegenden des nördlichen und südlichen Deutschlands. In Norddeutschland sind besonders die Moore mit ihrem kalten Boden, sowie die Gebirge Zufluchtsorte für sie geworden. Zu diesen Relikten gehören *Betula nana* und *B. humilis* in Ost- und Westpreussen, *Cornus suecica* in Schleswig, bei Colberg und in Oldenburg, *Rubus Chamaemorus* in Pommern und Preussen, *Gentiana verna* bei Berlin, *Eriophorum alpinum* und sein häufiger Begleiter *Scirpus caespitosus*, die in Norddeutschland ziemlich verbreitet vorkommen.

In Süddeutschland beherbergen die Möser und Heiden eine grosse Zahl solcher Pflanzen, wie z. B. *Carex capitata* und *C. heleonastes. Alsine stricta, Gentiana acaulis, Primula Auricula, Bartschia alpina, Pedicularis foliosa, Pinguicula alpina; Rhododendron ferrugineum* findet sich in einem Busche bei Kislegg in Württemberg; auch in Oesterreich sind einzelne Inseln hochalpiner Pflanzen aus den Vorbergen der Alpen bekannt.

Dass diese Flora sich noch gegenwärtig an Umfang vermindert, wird durch das Verschwinden einiger ihrer Vertreter dargethan: so ist *Dryas octopetala* von Mönch auf dem Meissner noch gesehen worden, und *Polygonum viviparum* war früher in Preussen vorhanden, scheint aber neuerdings nicht mehr gefunden worden zu sein, ebenso wird *Gentiana verna* immer seltener. Diese Pflanzen hat man Glazialpflanzen genannt: doch ist mit ihnen die ganze Fülle derselben nicht erschöpft, wir müssen vielmehr noch eine grosse Zahl anderer Gewächse in sie einschliessen, die dann in ihrer Gesamtheit das zweite Element unseres nördlichen extratropischen Florenreiches bilden. Zu ihnen gehören viele unserer Frühlingspflanzen, die in der Zeit von wenigen Wochen ihren ganzen Vegetationscyklus vollenden, wie *Anemone nemorosa*, *A. ranunculoides, A. Hepatica, Corydalis cava, Lathyrus vernus* u. s. w., und schnell bis auf den Grundstock absterben; ferner diejenigen Halbsträucher und Sträucher, welche zwar oberirdisch bleibende Stengel entwickeln, aber mit immergrünen Blättern versehen sind und ebenfalls sehr schnell bei Eintritt der wärmeren Jahreszeit sich entfalten (*Erica carnea, Empetrum*, *Sedum*, *Andromeda poliifolia*), endlich die Rosettenträger, welche mit Blütenanlagen überwintern (*Saxifraga granulata, S. Hirculus*, *Potentilla verna* u. s. w.).

Die meisten dieser Pflanzen haben noch heute eine weite Verbreitung um den Pol und finden sich sowohl in der Alten wie der Neuen Welt. Die Wege, welche unsere Glazialpflanzen bei ihrer Wanderung genommen haben, können wir durch ihre gegenwärtige Verbreitung verfolgen und diese führen uns zu der Annahme, dass die Wurzeln ihres Herkommens in den nördlichen Gebieten der Alten Welt zu suchen sind. Viele von ihnen haben die weitesten Strecken zurückgelegt, sie sind bis nach den Alpen, den Pyrenäen, teilweise sogar darüber hinaus gelangt. Anderen wurde aber ein früheres Ziel gesteckt, so sind z. B. *Cinna suaveolens* und *Nardosmia fragrans* nicht über das Waldaiplateau, *Conioselinum Fischeri* und *Andromeda calyculata* nicht über Ostpreussen, *Pedicularis sudetica* und *Saxifraga nivalis* nicht über das Riesengebirge vorgedrungen.

Die Glazialpflanzen mit weiterer Verbreitung mischten sich schliesslich mit den Gewächsen, welche, vor der Vergletscherung fliehend, von den Hochgebirgen in die Ebenen herabstiegen, und daraus erklärt sich, dass wir viele Hochgebirgspflanzen kennen, die, durch weite Distrikte getrennt, in den arktischen Gegenden wieder gefunden werden. Auch die skandinavische Halbinsel muss auf dem Wege über das zentrale Europa bei dem Rückgange der Eiskappe einen Teil ihrer arktisch-alpinen Flora erhalten haben, wenn es auch andere, wie z. B. *Castilleja pallida*, die in Lappland, dem

Samojedenlande und in Nordamerika vorkommt, wohl direkt aus Nordamerika empfangen haben dürfte.

Je weiter wir in dem nördlichen extratropischen Gebiete nach Osten vordringen, in um so höherem Masse wächst die Zahl der Glazialpflanzen; da sich aber bei einem weiteren Verfolge die Aufzählung vieler wenig bekannter Objekte nicht vermeiden lässt, so wollen wir uns an der Betrachtung unserer eigenen Flora als Typus für das Ganze genügen lassen.

Wenn sich unsere gegenwärtige Flora zunächst aus zwei Komponenten zusammengesetzt erweist, nämlich aus einem Bestande ursprünglich heimischer tertiärer Elemente und aus den eingewanderten Glazialpflanzen, so ist nun noch ein dritter Bestandteil zu erwähnen, der ihr in den Steppenpflanzen zugefügt wurde. Die Thatsache, dass in der späteren Diluvialzeit nach dem Abschmelzen und dem Rückzuge des Inlandeises dem mittleren Europa in auffallender Weise der Charakterzug eines Steppengebietes aufgeprägt gewesen sein muss, wird hauptsächlich durch die Funde tierischer Reste in Deutschland wie in Frankreich erhärtet. Springmäuse, Lemminge, Saiga-Antilopen, Pferde u. s. w. fanden damals die besten Bedingungen für ihr Gedeihen, dafür sprechen die ungeheuren Mengen ihrer Knochen, die bekannt geworden sind. In gleichem Masse aber beweisen pflanzengeographische Thatsachen, Relikte früherer Steppenfloren, die Richtigkeit der Annahme. Die Vorkommnisse von *Artemisia rupestris* und *A. laciniata,* die uns heute noch bei Artern und Stassfurt begegnen und ihre Verwandten nur unter den *Beifuss*arten der Steppe finden, können nicht anders als durch eine Invasion der Steppenflora erklärt werden; an einzelnen Orten Deutschlands, wie bei Mainz, finden wir kleine Siedlungen von echten Steppengewächsen, und ausserdem ist eine Menge von Charakterpflanzen der Steppen in unsere gegenwärtige Pflanzendecke eingestreut (*Stipa capillata* und *St. pennata, Oxytropis pilosa*, *Ranunculus illyricus*, *Carex supina* u. s. w.), die sämtlich an Masse und Häufigkeit in dem Umfange abnehmen, je weiter sie sich von dem östlichen Steppengebiete entfernen.

Neben dieser Ansicht von einer allgemeinen Bedeckung Deutschlands mit einer Steppenvegetation hat sich auch eine andere Geltung zu schaffen versucht, welche die Annahme wahrscheinlich macht, dass die Einwanderung der pontischen Pflanzen mehr lokaler Natur wäre. Man meinte, Deutschland sei nach der Glazialzeit hauptsächlich von Wald bedeckt gewesen, in dem sich, inselartig eingestreut, auf dem Boden früherer, wahrscheinlich salziger Seeen entstandene, engbegrenzte Steppengebiete, wie bei Braunschweig, Halle u. s. w., entwickelt hätten. Ausserdem sollen, den grossen Wasserläufen folgend, die Deutschland einst von Südost nach Nordwest durchfurchten, Invasionen pontischer Pflanzen stattgefunden haben. Dabei werden hauptsächlich zwei Etappenstrassen angenommen, die eine entlang der Weichsel, bezw. der Oder und die andere entlang der Elbe. Jene führte die Steppenpflanzen aus Russland (*Campanula sibirica, Silene chlorantha, Adonis vernalis*), diese die aus Ungarn über Mähren und

Böhmen (*Astragalus exscapus*, *Alsine verna*, *Medicago minima*, *Jurinea cyanoides* u. s. w.) nach Deutschland.

Wahrscheinlich ist in einer postglazialen Zeit das Klima wärmer gewesen als heutzutage, dafür spricht die Beobachtung, dass bei Innsbruck in der Höttinger Breccie *Rhododendron ponticum* nachgewiesen worden ist. Ausserdem finden sich aber in Nieder- und Oberösterreich eine Reihe von Pflanzeninseln, deren Bürger sich so eng an die weitere pontische Flora anschliessen, dass man sie wohl mit Recht als Relikte einer ehemaligen, wärmere Bedingungen benötigenden Pflanzendecke betrachtet hat.

Als letztes Element der gegenwärtigen Flora unserer nördlichen Kulturländer müssen diejenigen Gewächse erwähnt werden, welche durch den Einfluss des Menschen ihren Eingang in dieselbe gefunden haben. Die Zahl derselben ist im ganzen nicht sehr gross, dafür ist die Masse um so bedeutender, und durch sie ist auf ausserordentlich weite Strecken die ursprüngliche Pflanzenbekleidung vernichtet worden. Die wichtigsten dieser Gewächse sind unsere Brotpflanzen, von denen der *Weizen* und die *Gerste* sicher aus dem Oriente zu uns gebracht worden sind, während *Hafer* und *Roggen* als Kulturformen auch noch gegenwärtig in Europa vertretener Pflanzenarten anzusehen sind. Der *Roggen* dürfte nur eine durch die zähe, nicht brüchige Spindel ausgezeichnete Form von *Secale fragile* sein, der *Hafer* scheint eine ursprünglich osteuropäische Heimat zu haben.

Neben diesen auf Tausenden von Quadratmeilen in dichten Genossenschaften kultivierten Früchten spielt noch die *Hirse* und in den südlichen Gegenden der *Mais* eine wichtige Rolle, von denen die erste schon in vorhistorischen Zeiten gebaut, der letztere erst nach der Entdeckung von Amerika bei uns eingeführt wurde. In zweiter Linie nach den Cerealien hat das grösste Areal in beiden Hemisphären die aus dem südlichen Amerika stammende *Kartoffel* in Anspruch genommen; dann dürften für die Charakteristik unserer Gegend die Futtergewächse und Oelpflanzen, *Rüben* und *Kohl, Runkelrüben, Klee*, *Luzerne, Esparsette*, in Sandgegenden *Serradella* als wichtig genannt werden. Felder, mit Gemüsen, *Erbsen, Bohnen, Linsen, Zwiebeln, Gurken* bestellt, werden nur in der Nähe grösserer Ortschaften in solcher Ausdehnung angetroffen, dass dadurch der Gegend ein eigentümliches Aussehen aufgeprägt wird. Die erheblichste Zahl dieser Gewächse ist von auswärts bei uns eingeführt worden, einige aus Südeuropa, andere, wie *Bohnen* und *Kürbis,* aus Amerika.

In viel höherem Massstabe wirkt aber die Kultur von holzigen Pflanzen auf die Veränderung der Physiognomie. Gegenden, welche den ursprünglichen Wald noch in völliger Unberührtheit bieten, können wir in Deutschland, Frankreich und England, sowie in weiten kultivierten Distrikten Nordamerikas kaum noch finden. Nur im Böhmerwald und im Oldenburgischen, sowie an engbegrenzten Lokalitäten in Schlesien trifft man noch „Urwälder“, und auch dort nur, weil man sie geflissentlich schont und zu erhalten trachtet. In

allen anderen Teilen der genannten Länder wird der Wald gepflegt und ist ein Kunstprodukt, indem fast jeder Baum kontrolliert ist und nach Vorschrift wächst oder abgeschlagen wird. Ist hier schon Rücksicht auf den Ertrag der Sporn zu bewusster Beobachtung, so wird bei den hochwertigen Produkten der Obst- und Weingelände der Erwerb die Veranlassung zur sorgfältigsten Pflege. Unübersehbare Distrikte sind dem gleichmässigen Bestande von Bäumen und Lianen gewidmet, die vielleicht zum grössten Teile auch bei uns heimisch sind; in den Formen aber, welche die begehrenswerten, vorzüglicheren Produkte liefern, sind sie sicher bei uns geflissentlich eingeführt und können oftmals nur dadurch erhalten werden, dass ihnen ein ausgiebiger Schutz gegen die Winterkälte gewährt wird.

Mit diesen in Massenkulturen bei uns gebauten Pflanzen haben sich auch eine grosse Zahl von Begleitern eingestellt, die sich in einer oft durchaus unerwünschten Mächtigkeit zwischen ihnen angesiedelt haben. Wir bezeichnen sie allgemein mit dem Namen Unkräuter oder, sofern sie sich auch auf Abraumplätzen oder freiem Unlande einstellen, als Schutt- und Ruderalpflanzen. Da das Saatkorn von einem Orte nach dem anderen bezogen wird, so verschleppt man mit ihm auch das ganze Heer der Unkräuter; es findet sich über die ganze Erde verbreitet, so weit überhaupt eine Erzeugung von Brotfrüchten und anderen Produkten aus den Kulturpflanzen betrieben wird. Manche derselben sind für bestimmte Gewächse charakteristisch, so begegnet die *Kornrade* und *Kornblume,* wie schon der Name sagt, hauptsächlich im *Korn*, *Lolium temulentum* fast ausschliesslich im *Hafer;* auch der *Flachs* hat seine charakteristischen Unkräuter, welche auf seine Einführung aus dem südlichen Europa hindeuten (*Silene linicola*, *Camelina sativa*). Mit Futterpflanzen aus dem Süden von Europa und den Sämereien aus Amerika sind natürlich auch Bürger jener Floren zu uns gelangt, z. B. *Pinardia coronaria, Echium plantagineum, Ambrosia artemisiifolia,* und an einzelnen Stellen haben die Importe von Wolle und Getreide ganze Floren fremder Erdstriche zu uns gebracht: solche Adventivfloren wurden zuerst bei Marseille, neuerdings bei München, Mannheim und Köpenick, beobachtet. Diese Fremdlinge vermögen nur selten den Unbilden unserer Winter einen längeren Widerstand entgegen zu setzen, sondern sterben bald aus, wenigstens hat unsere Flora durch sie fast keine dauernde Bereicherung erfahren. Anders ist dies mit einigen Gewächsen, die früher bei uns eingewandert sind, vornehmlich mit *Erigeron canadensis,* welches seit dem 17. Jahrhundert in der Osthemisphäre eine ausserordentliche Verbreitung gewonnen hat. Zu den ebenfalls schon weit verbreiteten Fremdlingen gehört *Oenothera biennis*, die seit 1612 in Europa ist und gegenwärtig geradezu charakterbestimmend für Eisenbahndämme und die sich anschliessenden Tracenflächen wird. Von neueren Einführungen sind besonders drei zu erwähnen die sich teilweise ein ungeheures Terrain erobert haben und es noch weiter ausdehnen: die gefürchtete *Wasserpest* (*Elodea canadensis*), die *Galinsogaea parviflora*, ein sehr unangenehmes Kartoffelunkraut, und die Anger- und Chausseeränderpflanze *Matri-*

caria discoidea. Die erstere, aus Nordamerika stammend, wurde Anfang der 50er Jahre wahrscheinlich mit Absicht aus botanischen Gärten in die Flüsse gebracht, heute ist sie in den süssen Gewässern Deutschlands so weit verbreitet, dass sie in wenigen Gegenden fehlt, wenn auch die schlimmsten Befürchtungen, dass sie die Wasserläufe für die Schifffahrt ungangbar machen würde, zum Glück nicht eingetroffen sind. *Galinsogaea parviflora*, von Peru bis Mexiko heimisch, und *Matricaria discoidea*, in Ostasien und dem westlichen Nordamerika zu Hause, haben ihren Ausgangspunkt für die weite Verbreitung ebenfalls aus den botanischen Gärten genommen. Ohne besonderen Nachteil zu bringen, hat neuerdings *Impatiens parviflora*, aus der Mongolei stammend, ihr Areal ausserordentlich ausgedehnt; ob die schädliche Wucherblume, *Senecio vernalis*, wirklich in unserer Zeit erst eingewandert ist oder, was wahrscheinlich, nur einen kräftigen Vorstoss nach Westen gemacht hat, ist noch ungewiss.

Trotzdem dass nun diese Pflanzenwanderungen vor unseren Augen vor sich gehen, dürfen wir aber doch nicht meinen, dass ähnliche Invasionen in die frührere, von dem Menschen nicht beeinflusste Flora stattgefunden haben, so lange die heutigen klimatischen Verhältnisse bestehen. Im grossen und ganzen befindet sich die Pflanzenwelt bezüglich ihrer Komponenten so lange im Zustande eines stabilen Gleichgewichtes, als die äusseren Bedingungen konstant bleiben. Spontane Wanderungen können nur dann stattfinden, wenn entweder ganz neue Terrains geschaffen werden, oder wenn die äusseren Verhältnisse sich dergestalt ändern, dass dem Gedeihen dieses Pflanzenbestandes ungünstigere Daseinsbedingungen zu teil werden. Wir kennen derartige Wechsel aus den fossilen Ueberresten in Norddeutschland, namentlich aber in Dänemark und Schweden, wo in dem Altalluvium die hauptsächlichsten waldbildenden Bäume wiederholt gewechselt haben, so dass auf die Espe die Kiefer, dann die Eiche, die Erle und endlich die Buche folgten. Da man dieselbe Reihenfolge beobachtet, wenn man in Europa von Nordosten nach Südwesten vorwärts schreitet, so hat man mit Recht gefolgert, dass in diesem Wechsel der Zeiger für eine Temperaturzunahme bis zur Gegenwart zu erkennen ist.

Die so ergiebige Einwanderung vieler Pflanzen unter der, wenn auch unfreiwilligen, Mitwirkung des Menschen in der Gegenwart liegt andererseits bei den in diesem Zeitraume so gut wie konstant gebliebenen Daseinsbedingungen darin, dass durch die Bewirtschaftung des Bodens, sei es zu Ackerbau- oder Wegebauzwecken oder aus anderen Rücksichten, stets grosse Erdmassen in Bewegung gesetzt, die alte Vegetation beseitigt und neue besetzungsfähige Flächen geschaffen werden. Durch die schnelle Besiedelung derselben mit wandernden Pflanzengesellschaften wird der ewige Kampf bedingt, in welchem der Ackerbauer mit dem Unkraut liegt.

Von welcher ausserordentlichen Wichtigkeit dieses dritte durch die Kultur des Menschen in die Flora eingeführte Glied der Pflanzendecke ist, wird man daraus erkennen, dass es immer weiter und weiter die spontane Vegetation zurück drängt; allmählich wird die

zunehmende Menge der Menschen auch bei uns das Endziel herbeiführen, das in gewissen Teilen Chinas bereits erreicht ist, dass nämlich das gesamte, für den Anbau fähige Land für die Gewinnung der Brotfrüchte beansprucht und dadurch die spontane Flora vernichtet wird.

Wenn wir uns die Frage nach der Geschichte der Pflanzenwelt in den entsprechenden Breiten von Amerika vorlegen, so ist dieselbe in ähnlicher Weise zu beantworten, nur dass in vielen Einzelheiten eine viel klarere Einsicht gewonnen werden kann. Auch bei ihr ist die Einwirkung der Glazialzeit ohne Zweifel der alleinige Faktor für die Mischung gewesen, deren Resultat in der Flora von Nordamerika innerhalb der oben angegebenen Grenzen des Florenreiches vorliegt. In glücklichster Weise sind aber viel mehr charakteristische Formen des arkto-tertiären in Nordamerika erhalten, von denen wir bei uns nichts mehr nachweisen können, insonderheit das *Taxodium distichum*, die *Sequoia*arten, der *Tulpenbaum*, *Sassafras* und *Liquidambar*. Die Ursache dieser Erhaltung liegt wohl sicher darin, dass in Amerika keinerlei Hindernisse einer Wanderung dieser Gewächse nach Süden Schranken setzten. In Europa und Asien bildeten die hohen, quer laufenden Gebirge von den Pyrenäen bis zum Kaukasus, im südlichen Sibirien ausgedehnte und zusammenhängende Steppengebiete unübersteigbare Hemmungen für ein südwärts zielendes Entweichen der in ihrem Dasein bedrohten Miocänpflanzen. Nordamerika bietet weit günstigere Verhältnisse; trotzdem, dass die Spuren der Eiswirkungen hier viel weiter nach Süden verfolgt werden können als bei uns, breitet sich dort noch ein weites offenes Gebiet bis in diejenigen Zonen aus, wo nach jeglichem Ermessen diesen Pflanzen, die doch kein zu hohes Wärmemass erforderten, die Bedingungen für ihr ferneres Bestehen gewährt worden sind. Als dann in den nördlicheren Distrikten nach der Eiszeit wieder günstigere Verhältnisse für die arkto-tertiären Elemente eintraten, drangen sie auch von neuem in die alten Wohnplätze ein, die sie früher inne hatten.

Die Mischung der Glazialpflanzen können wir bis fast genau in dieselben Breiten verfolgen wie in Europa; sie treten noch unter dem 40. Breitenkreise auf, während sie allerdings auf dem Meridiangebirge der westamerikanischen Kordilleren, begünstigt durch die Höhenlage, um mehr als 5 Grade südlicher vorgedrungen sind. Man kann die Frage mit Recht aufwerfen, ob nicht die Stammformen der zahlreichen andinen Arten von Gattungen, welche hauptsächlich in der borealen Zone verbreitet sind (*Draba, Rubia, Viola, Ranunculus* u. s. w.), ihren Weg längs der Gebirgsketten nach dem Süden gefunden haben. Ohne diese Annahme verlieren wir für das Vorkommen gewisser versprengter Posten im südlichsten Amerika, wie z. B. der *Primula farinosa*, des *Empetrum nigrum*, der *Draba magellanica*, welche der *Draba incana*, *Alopecurus antarcticus*, der dem *A. alpinus* sehr nahe verwandt ist, jede Möglichkeit einer Erklärung.

Der so auffallende Unterschied in der Flora des westlichen Nordamerikas und des von ihm durch das Meridionalgebirge gesonderten östlichen bekräftigt nun den Schluss, dass diese tertiären

Elemente von einem gemeinschaftlichen, dem Pole nahe gelegenen und cirkumpolaren Gebiete ausgestrahlt sein müssen; sie haben sich dann aus gemeinschaftlichen Formen durch die Isolation eigenartig in neue Formen differenziert. Alle die oben erwähnten, im Miocän Europas auftretenden Pflanzen sind auch dort gefunden worden.

Ueber den Weg, den die Tertiärpflanzen einst nach Europa genommen haben, sind verschiedene Ansichten vertreten worden. Die Annahme einer ehemaligen Landverbindung, sei es über Spitzbergen nach Skandinavien, sei es über Grönland, Island, die Faröer nach England, hat mit gar keiner Schwierigkeit zu kämpfen, denn um die dort vorkommenden Meerestiefen zu beseitigen, brauchen noch durchaus nicht solche Kräfte gegen die Erdrinde zu wirken, wie diejenigen sind, welche die Alpen oder den Kaukasus oder gar den Himalaja oder die Anden während der Tertiärzeit in die Höhe getrieben haben.

Jetzt soll noch des ostasiatischen Flügels unseres Gebietes mit einigen Worten gedacht werden. Die Möglichkeit eines Ausweichens der Pflanzen vor der nach Süden vordringenden Temperaturerniedrigung ist auf den japanischen Inseln sowohl als auf dem Festlande, in dem eigentlichen China, in ähnlicher Weise gegeben, wie in Nordamerika und die Folge davon ist, dass wir auch hier die Reste der miocänen Flora ebenfalls, vielleicht sogar in einem höheren Masse erhalten finden, als dort: Arten von *Liquidambar*, *Platanus*, *Acer*, *Zelkova acuminata* (als nächste Verwandte der *Planera Ungeri*), *Glyptostrobus heterophyllus*, neuerdings sogar ein *Liriodendron* sind Relikte jener Zeit und zeugen für die Teilhaberschaft der Miocänflora an der gegenwärtigen Pflanzendecke. Wir dürften sogar nicht fehlgehen, wenn wir vermuten, dass in diesen Gegenden noch die frühere Eocänflora, zum mindesten im Süden bei der reichlicheren Einmischung tropischer Formen erhalten ist; denn dem Eindrucke kann man sich beim Studium, z. B. der Bernsteinflora, nicht entziehen, dass sie unter allen lebenden der japano-chinesischen am allernächsten steht. Dieselbe offene Bahn, welche das Entweichen der Pflanzen nach dem Süden gestattete, als die Temperatur sich erheblich erniedrigte, hat auch die Rückflut nach entgegengesetzter Richtung begünstigt, als jene Erscheinung rückläufig wurde und in diesem Momente liegt zweifellos die Erklärung für die Thatsache, dass nirgends auf der Erde tropische Formen eine solche Polhöhe erreichen, wie hier, und dass keine Flora unter gleicher Breite eine so reichliche Beimischung tropischer Pflanzen aufweist, wie die japano-chinesische.

Die Beziehungen zwischen dieser Vegetation und derjenigen des nordwestlichen Amerikas sind überraschend zahlreich und mannigfaltig und deuten darauf hin, dass entweder diese beiden einen lang fortgesetzten Austausch geübt haben, oder was noch wahrscheinlicher ist, dass beide Floren von einem gemeinschaftlichen, auf grosse Ausdehnung einheitlichen Herde ausgestrahlt sind. Die Zahl der Gattungen, welche mit vikariierenden Arten auftreten, ist viel zu gross, als dass sie hier vollständig aufgezählt werden könnten (z. B. *Coptis, Hydrastis, Peltophyllum*, *Magnolia, Deutzia, Shortia*, *Neillia, Mitchella,*

Hamamelis u. s. w.). Viele Arten sind völlig identisch: neben den auch bis zu uns verbreiteten Glazialpflanzen (*Hepatica, Oxalis Acetosella, Lathyrus paluster, Circaea alpina, Euphrasia officinalis, Galium verum* u. s. w.), auch manche andere Arten, die ein enger begrenztes Gebiet bewohnen, wie *Fatsia horrida, Menyanthes Crista galli* u. s. w. Da wir hier die Tertiärvegetation noch in ihrer grössten Vollständigkeit erhalten sehen, so wird es stets von der grössten Bedeutung sein, bei der Bestimmung fossiler Reste aus dieser Epoche die lebende Flora von Japan-China zu berücksichtigen.

Eine wenn auch geringere Beimischung tropischer oder wenigstens höherer Wärmegrade bedürftiger Pflanzen ist übrigens in den südlichen Teilen des nördlichen extratropischen Florenreiches sowohl in Amerika als in Europa nachweisbar.

Dort haben wir zwei Verbindungen nach dem Süden hin, einmal die breite Verkehrsstrasse von Texas, Arizona, Kalifornien nach Mexiko, auf der hauptsächlich die einer grösseren Trockenheit Widerstand leistenden Sukkulenten, besonders *Cactaceae, Chenopodiaceae, Compositae* von Süden her einwanderten, und zweitens die heute sehr schmale Eingangspforte über Florida, durch welche die Flora der Antillen ihren Einzug gehalten hat, denn diese Halbinsel hat eine Vegetation, durch die man sie fast an die westindischen Inseln anschliessen kann.

In Europa wurde eine Einführung von südlicheren Typen auf einem dreifachen Wege erzielt: einmal über die Meerengen an der thracischen Küste und die griechischen Inseln, die bei ihrer engen Berührung wie eine Festlandsverbindung wirken, dann über eine ehemalige Länderbrücke, die Sicilien mit Tunis verband und endlich über eine ebensolche, welche zwischen Spanien und der gegenüberliegenden Küste ausgespannt war. Aus den Relikten und deren Verwandtschaft, welche sich in Nordafrika, Südeuropa, besonders aber in Makaronesien finden, sind wir im stande, einen Schluss zu ziehen auf die Herkunft der Vegetation, die einstmals hier geblüht hat. Die bemerkenswertesten Formen, welche in der gegenwärtigen Flora wie Fremdlinge erscheinen, sind folgende: auf Lampedusa, in Südspanien und in Marokko findet sich die *Cactus*-ähnliche *Caralluma europaea*, deren nächste Verwandte in Abyssinien, Arabien, hauptsächlich aber am Kap begegnen. *Aloë vulgaris* ist der einzige europäische Repräsentant einer Gattung, die das Maximum der Arten am Kap, aber eine weitere Verbreitung über Indien nach China hat. *Cytinus Hypocistus* im Mittelmeer verbreitet, besitzt nur Verwandte am Kap und in Amerika. *Dracaena Draco*, der berühmte *Drachenblutbaum* der Kanaren, hat nur eine nahe Verwandte in *D. Ombet* von Südarabien und dem benachbarten Afrika. Die zu den Rubiaceae-Anthospermeae gehörige *Phyllis Nobla* kann allein mit kapensischen Gattungen, die auch noch auf den abyssinischen Hochgebirgen und dem Kamerungebirge Vertreter besitzen, verglichen werden. *Myrsine africana* ist heute noch in Abyssinien vorhanden; *Visnea Mocanera*, eine Theacee, hat ihre nächsten Verwandten in Ostindien.

Wenn man nun erwägt, dass, je weiter die zentralafrikanische Flora besonders in den Hochgebirgen erschlossen wird, um so mehr sich die Vertreter der heutigen kapensischen Floren zeigen, dass die Proteaceae, Ericaceae in besonderen kapensischen Gattungen und *Podocarpus* vom Kap bis weit nach Norden zu verfolgen sind, so wird man zu der Annahme gezwungen, dass die heute als südafrikanische Typen bezeichneten Pflanzenformen einstmals einen Bestandteil der nordafrikanischen, mit Wahrscheinlichkeit auch der südeuropäischen Tertiärflora bildeten. Auf diese Weise würde sich auch erklären, dass wir in Europa gewisse Blattreste des Tertiärs nicht besser zu deuten wissen, als wenn sie den Proteaceae angereiht werden; diese würden aber nicht, wie man früher wollte, mit neuholländischen, sondern mit kapensischen Formen zu vergleichen sein.

Ueber die äusseren Ursachen, welche die Auslöschung des allergrössten Teiles dieses afrikanischen Florenelementes bedingt haben, können wir freilich nur Vermutungen aussprechen. Wenn uns die Entwickelung der Sahara in den Sinn kommt, so redet ihr die gegenwärtige Anschauung, welche über ihre Entstehung herrscht, nicht das Wort, da schon aus der Kreidezeit subaërische Staubabsätze eine grosse Verbreitung gehabt zu haben scheinen: eher könnte auch bei dieser Frage die Herabminderung der Sommertemperatur zur Glazialzeit eine wichtige Rolle gespielt haben, zumal wir auf den Hochgebirgen Zentralafrikas eine nicht geringe Zahl borealer europäischer Formen finden, welche unmöglich die glutheissen Gebiete von Aegypten und Nubien, sowie des westlichen Afrikas passieren konnten, um nach Abyssinien und den Bergen von Fernando Po und Kamerun zu kommen (z. B. *Anthyllis Vulneraria*, *Galium rotundifolium*, *Arabis albida*, *Sanicula europaea*, *Succisa pratensis*, *Cardamine hirsuta*, *Myosotis stricta*, *Juncus capitatus*). Die nach Asien hinweisenden Pflanzenspuren müssen in derselben Weise betrachtet werden. Die in den Pyrenäen vorkommende *Ramondia Myconi* besitzt nur Verwandte im Rhodopegebirge südlich vom Balkan, wo *R. serbica* und *Haberlea rhodopensis* wachsen, die beide nach einem östlichen Ursprunge deuten und in der That sind sie die einzigen europäischen Repräsentanten der in Asien so formenreich entwickelten Gruppe der *Cyrtandreae*. Aehnlich verhält es sich mit *Wulfenia carinthiaca* aus dem Gailthale, die nur 2 Gattungsgenossen besitzt, nämlich *W. orientalis* von Seleucia in Syrien und *W. Amherstiana* vom Himalaya.

Eine sehr bemerkenswerte Erscheinung ist, dass, je weiter wir nach Süden und Osten in den europäischen Gebirgen vorwärts schreiten, um so mehr die glazialen Elemente in der Hochgebirgsflora abnehmen. Diese Thatsache gilt am wenigsten für die südspanischen Gebirge, mehr für die italienischen, wo nur von der Berührungsstelle mit dem afrikanischen Einwanderungswege an eine plötzliche Abnahme jener stattfindet, am meisten aber für die Gebirge der Balkanhalbinsel und besonders von Griechenland. An ihre Stelle treten alpine Arten aus den in den tieferen Lagen derselben Gegend gedeihenden Geschlechtern.

Fassen wir nochmals kurz die Elemente zusammen, aus denen sich die gegenwärtige Vegetation des nördlichen extratropischen Florenreiches gemischt hat, so sind es also folgende: a) das arkto-tertiäre, b) das boreale, c) das glaziale, d) das Steppenelement, e) die Kulturpflanzen, f) die Einsprengungen des tropischen Elementes.

Die Gebiete des nördlichen extratropischen Florenreiches.

I. Das arktische Gebiet.

In ihm ist fast ausschliesslich dasjenige Element der Flora vertreten, welches als das arktisch-alpine oder glaziale bezeichnet wird, und sehr sparsam das arktisch-tertiäre entwickelt. Seine südliche Grenze[1]) fällt genau mit derjenigen der nördlichen Baumgrenze zusammen, welche ihren südlichsten Punkt an der Hudsonsbai bei 55° 2′ n. Br. (also etwa in der Breite von Königsberg!), ihren nördlichsten aber etwa unter dem Meridiane von Kap Tscheljuskin bei 72° n. Br. findet. Von Vegetationsformen zeigen sich nur hekistotherme Kräuter und niedrige Sträucher; unter den Formationen ist die Tundra am weitesten verbreitet, welche in dem trockeneren westlichen Teile hauptsächlich von Flechten, in dem feuchteren östlichen besonders von Moosen gebildet wird. Charakteristische Holzgewächse sind die dichtbeblätterten Kleinsträucher (*Loiseleuria procumbens, Andromeda tetragona, A. hypnoides*, *Salix polaris*, *S. lanata* und *S. retusa*). Die Kräuter sind fast ausnahmslos ausdauernd und mit Grundrosetten versehen, von 1jährigen ist nur *Koenigia islandica* zu nennen, viele sind circumpolar; die *Cyperaceae* überwiegen alle Familien. Da die alpin-arktischen Pflanzen bis an den Meeresspiegel herabsteigen, so sind nach dem Bestande der Phanerogamen keine Regionen unterscheidbar. Moose finden sich bis zu 1000 m Höhe und darüber. Man unterscheidet eine östliche und westliche Provinz.

II. Das subarktische oder Coniferengebiet.

Zu dem arkto-alpinen Elemente gesellt sich im umfangreicheren Masse das arkto-tertiäre, jenes noch auf Wiesen- und Moorflächen vorherrschend, weswegen diese allmählich in die Tundra übergehen, dieses in den Wäldern entwickelt. Es umfasst Skandinavien mit Ausnahme eines Stückes des atlantischen Küstensaumes und Schonens, den grösseren Teil von Finnland, das nördliche Russland und Sibirien; im nordwestlichen Amerika liegt die Grenze südlich vom Yukon und fällt dann, diesen kreuzend, allmählich nach Osten zu bis zum 47° n. Br. nahe der Mündung des St. Lorenzstromes ab, wo sie den südlichsten Punkt erreicht.

[1]) Vergl. zu diesem Abschnitte die beigefügte Karte.

Die Vegetationsformen werden durch die Bäume, den vorigen gegenüber, vermehrt, welche nur auf Island und den Faröer fehlen; der Anforderung an die Temperatur nach sind die Pflanzen Mikrothermen. Von den Vegetationsformationen herrschen Nadelwälder vor, die Bäume mit wechselndem Laube treten mehr untergeordnet hinzu, spielen aber an den nördlichen Grenzen eine wesentlichere Rolle, wo *Prunus Padus*, *Sorbus Aucuparia*, *Betula alba* unter den letzten Beständen der Holzpflanzen gefunden werden. Die wichtigste Formation der Kräuter sind die Wiesen in ihren verschiedenen Unterformationen. Auf den Erhebungen des Terrains lagert die arktische Region über der Flora dieses Gebietes.

Das subarktische Gebiet zerfällt in drei Provinzen:

1. Die nordeuropäische Provinz.

Ausser den baumlosen Inseln Island und den Faröer, die aber wegen ihres sonstigen Florenbestandes füglich nicht zu dem arktischen Gebiet gezählt werden können, gehört hieher das subarktische Europa, welches im westlichen Teile, etwa bis zum Ladogasee, die *Fichte* als charakteristischen Waldbaum besitzt; östlich davon, bis zum Ural, wird sie durch *Picea obovata* vertreten, zu der sich aber im Permischen Gouvernement schon die sibirische *Arve* hinzugesellt. Grosse Länderstrecken werden von der Heide, *Calluna vulgaris*, bedeckt, die kaum irgendwo den Ural überschreitet.

2. Die nordsibirische Provinz.

Ihre natürliche Südgrenze bilden die Steppen oder die sibirischen Hochgebirge. Der Norden wird von sehr einförmigen Wäldern der *Abies sibirica*, *Larix sibirica* und der *Arve* zusammengesetzt, während der Süden mit einer reichen Vegetation oft zugleich eine ungemeine Ueppigkeit aufweist (Parklandschaften am Amur und Hochstaudenformation von Kamtschatka durch das Seeklima begünstigt). Die Grenzen treten naturgemäss nach Süden zu nicht scharf hervor, zumal gegen die Mongolei und die zentralasiatischen Gebirge sind die Uebergänge sehr allmählich.

3. Die nordamerikanische Seeenprovinz.

Sie ist ebenfalls eine Uebergangsprovinz zwischen dem so weit nach Süden vorgedrungenen arktischen Gebiete und den südlicheren Provinzen. Der Norden bietet ausgedehnte, häufig fast reine Bestände der *Picea alba*, welche nur an den Wasserläufen und den zahlreichen Seeen von mehr oder minder weit ausgreifenden Säumen aus laubwechselnden Bäumen unterbrochen werden; weiter südlich treten *Pinus nigra*, *Abies balsamea*, *Larix pendula* hinzu, während im kanadischen Teile *Pinus Strobus*, die *Weymouthkiefer*, und *Tsuga canadensis*, die *Schierlingstanne*, mehr überwiegen; der bei uns den Winter ertragende *Lebensbaum*, *Thuja occidentalis*, ist ebenfalls ein häufiger

Baum der nach dem atlantischen Ozean zu gelegenen Gebiete. Die Insel Neufundland hat mit ihrem ausgesprochen kalten Seeklima einen sehr spärlichen und niedrigen Baumwuchs, der auch in dem Alaskaterritorium vorherrscht; auf den grossen Gletschermassiven der Eliaskette sollen weite Laub- und Nadelholzwälder die Moränen bekleiden, welche auf mächtigen Eisströmen ruhen.

III. Das mitteleuropäische und uralo-kaspische Gebiet.

In ihm kommt das arkto-tertiäre Element zur besonderen Geltung, dem sich diejenigen teilweise bis nach Ostasien gehenden Bestandteile der Wald- und Wiesenflora anschliessen, welche meist als mitteleuropäische Flora bezeichnet werden, für die aber Engler die Benennung *boreale* in Vorschlag gebracht hat. Die Grenze liegt südlich von den westöstlich streichenden europäischen Gebirgen; vom Kaukasus wendet sie sich unter Ausschluss des Rionbeckens südlich um die Küste des Kaspischen Meeres und verläuft nach Osten, bis sie an den Himalaja anstösst, das Pamir berührt und über die Westabhänge des Thianschan und des Altai die Südgrenze des subarktischen Gebietes gewinnt.

Die Gewächse, welche sich an der Zusammensetzung der Vegetation beteiligen, sind Mikrothermen; von der Vegetationsformation gewinnt der sommergrüne Laubwald das Uebergewicht, wenn auch zusammenhängende Nadelwälder nicht fehlen; die Wiesen bedecken stellenweise grössere eingestreute Strecken, nach Osten nehmen die Steppen an Ausdehnung zu und bilden endlich grosse, zusammenhängende Distrikte. In den Gebirgen findet sich über der borealen Region die subarktische, bei genügender vertikaler Erhebung auch noch die arktische.

1. Die atlantische Provinz.

Sie umfasst die west- und nordfranzösische Tiefebene und das benachbarte Belgien und Grossbritannien, und greift unter der begünstigenden Einwirkung des Golfstromes an der norwegischen Küste weit nach Norden; hier liegt bei 64° der nördlichste Punkt des ganzen Gebietes. Dieser Provinz sind eine Anzahl von Pflanzen, besonders Kräuter und Stauden, eigen, welche geradezu als *atlantische* bezeichnet werden und von Portugal bis nach Grossbritannien und Norwegen meist an der Küste, allerdings zuweilen mit Ueberspringung grosser Strecken, in sich vermindernder Zahl verbreitet sind, z. B. *Daboecia poliifolia, Erica cinerea, E. ciliaris, E. vagans, Pinguicula lusitanica, Trichomanes radicans, Hymenophyllum tunbridgense, Saxifraga Geum, Arbutus Unedo*; sie dürften als Pflanzen anzusehen sein, welche bereits vor der Glazialperiode Europa bewohnten, durch dieselbe nach Süden gedrängt wurden und sich später bei der steigenden Temperatur der Küste entlang wieder verbreiteten. In den Sümpfen von Connemara in Irland und auf der Insel Skye finden sich zwei Pflanzen, die ebenfalls als ein Rest der mit Nord-

amerika gemeinsamen Tertiärpflanzen betrachtet werden können: *Eriocaulon septangulare* und *Spiranthes cernua*; beide sind heute in der Westhemisphäre verbreitet, kommen aber nicht weiter in Europa vor. Die fruchtbareren Länderstriche dieser Provinz sind fast durchgehends der Kultur unterworfen; charakteristische Formationen in ihrer ursprünglichen Natürlichkeit begegnen uns in den weniger ergiebigen Heiden (les Landes) des südwestlichen Frankreich und den Moorgebieten, besonders von Irland und Schottland; in den Strauchformationen bilden *Buchsbaum, Stechpalme, Ulex* wichtige Bestandteile, die häufig von *Tamus* begleitet werden; unter den höheren Pflanzen tritt die immergrüne *Quercus Ilex* auf.

2. Die subatlantische Provinz.

Sie umfasst die niederrheinische Tiefebene holländischen Anteiles, die deutsche Nordseeküste, ganz Dänemark und Schonen, sowie die Ostseeküste bis Hela und Danzig. In ihr treten noch eine ganze Menge jener in Süd- und Westeuropa verbreiteten Formen auf, welche sich den atlantischen Pflanzen bezüglich ihrer Herkunft anschliessen, wie *Ilex, Cicendia, Erica Tetralix, Wahlenbergia hederacea, Cornus suecica, Myrica, Scilla nutans, Narthecium ossifragum*, die nach Osten hin an Zahl abnehmen. Ein negativer Charakter, der sie von der folgenden Provinz trennt, ist das Fehlen der osteuropäischen Formen. Von waldbildenden Bäumen herrscht in schlechteren Lagen, namentlich des Ostens, die *Kiefer* vor, im Norden hat die *Buche* eine weite Verbreitung.

3. Die sarmatische Provinz.

Von allen Teilen des Gebietes, soweit es in Europa liegt, ist sie die grösste, denn sie umfasst, von der Mark Brandenburg an nach Osten gehend, Schlesien bis zu den Gebirgen, Posen, West- und Ostpreussen und Russland bis zur Steppe. Auch in dieser Provinz zeigen sich auf sterilerem Boden einförmige Waldbestände aus *Kiefern*, im Norden aus *Fichten* gebildet; die *Tanne* findet in ihr die Nordgrenze, sie dringt in Deutschland über den 51°, in Polen über den 52° nicht vor. Auf besseren Böden bildet die *Buche* und endlich die *Eiche* zusammenhängende Wälder, erstere gern in unregelmässigen Terrains, letztere in den Flussniederungen. Während die *Buche* über die Linie Göteborg—Brandenburg am Haff—Odessa nach Nordost nicht hinausgeht, dringt die *Eiche* bis zum 60. Parallelkreise vor. Bei hochgradiger Sterilität des Bodens verschwinden endlich selbst zwergige *Kiefern*, und die *Heide*, welche wir schon in dem subarktischen Gebiete kennen lernten, nimmt weite Flächen ein, die bis zum biskayischen Meerbusen reichen; stellenweise ist sogar die Erde nur mit Flechten bedeckt (*Cladonia rangiferina*). Oestliche Typen, die zuletzt vor einer Linie: Elbing—Berlin—Erfurt in Norddeutschland Halt machen, sind: *Gymnadenia cucullata, Campanula sibirica, Adenophora liliifolia, Artemisia scoparia, Anthemis ruthenica, Cuscuta lupuliformis* u. s. w.

4. Die Provinz der europäischen Mittelgebirge.

Wie der Name schon sagt, begreift man unter dieser Provinz alle jene gebirgigen Länder, welche von den Cevennen im Bogen bis nach dem Harz hin die Alpen umspannen und bis zu den Karpaten reichen. Von dem Schwarzen Meere her schiebt sich aber der Donau entlang ein Keil tief in diese Provinz hinein, welcher jenem alten tertiären Wasserbecken zum Teile entspricht, dessen Vegetation wir unten als danubische Provinz kennen lernen werden. Im Westen treten ebenfalls durch einen Wasserlauf, den der Rhone, begünstigt breitere Streifen, endlich beschränkte Nester von Mittelmeerpflanzen auf: durch beide Verhältnisse werden diesem Gebiete fremde Pflanzenelemente zugeführt. In ihm nehmen die Coniferen noch weiter in der Zusammensetzung der Wälder ab und ziehen sich mehr auf die ausgedehnten mittleren Gebirgshänge zurück; im Westen spielt die Kultur der *Kastanie,* der *Walnuss,* besonders aber des *Weines* eine grosse Rolle; die Länder, welche die edelsten Sorten erzeugen (Frankreich, Rheinlande), gehören in diese Provinz. Die arktisch-alpine Region ist nur ganz lokal in den Cevennen, Vogesen, im Harz und in den Sudeten entwickelt.

5. Die danubische Provinz.

Wie schon oben gesagt wurde, macht sie das Gebiet des alten miocänen Tertiärbeckens aus, das jetzt von der Donau entwässert wird; es schiebt sich, endlich immer schmäler werdend, mit einer weiten Ausdehnung in Ungarn zwischen die Alpen und Karpaten und geht bis in die Gegend von Augsburg nach Westen. Die Steppe nimmt den grössten Teil ein, und zwar ist sie teils Grassteppe, in der *Stipa capillata* und *St. pennata*, *Andropogon Gryllus* und *Poa bulbosa* die wichtigsten Pflanzen sind, teils stellt sie „Heide“ dar, aber nicht in unserem, sondern im Sinne der Süddeutschen; diese beherbergen nur kalkliebende Pflanzen, weswegen unsere *Heide, Calluna vulgaris*, von vornherein ausgeschlossen ist; auf dem häufig losen, schotterartigen Untergrunde wird vielen Konkurrenten der tieferen Lagen das Dasein schwer gemacht, während die alpinen Pflanzen, häufig wohl Relikte der Glazialzeit, reichlich und gut gedeihen, z. B. *Globularia cordifolia, Biscutella laevigata, Bellidiastrum Michelii* u. s. w. In dem eigentlichen Steppengebiet Ungarns treten noch weite Moore mit *Carex*büscheln und meilenweite Flächen von gewöhnlichem *Schilf* hinzu. Der Waldbestand ist mehr untergeordnet und findet sich besonders in moorigen und brüchigen Gegenden.

6. Die russische Steppenprovinz.

Sie ist durch eine noch weitergehende Armut an Baumwuchs bemerkenswert. Ihre Facies ist eine doppelte: die Zone der schwarzen Erde, welche vom Pruth und dem südlichen Polen bis zum Ural

reicht, aber auch noch in Sibirien mit grösserem Umfange, in Schlesien dagegen sehr lokal und beschränkt auftritt, während die uralokaspische Zone den übrigen Teil ausmacht. Jene ist von ungemeiner Fruchtbarkeit, so dass sie den besten Ackerboden in ganz Europa darstellt und intensiv landwirtschaftlich ausgenutzt wird. Diese ist steriler und vielfach geht die Steppe in fast vegetationslose Wüsten über; dort, wo wenigstens noch weichere Gräser gegenüber der harten *Thyrsa* (*Stipa*) gedeihen (z. B. *Festuca ovina*), ist noch Viehzucht möglich, wie in Südrussland. In den salzgeschwängerten Gegenden, welche die Böden alter Seeen darstellen, die gleich dem Kaspischen und dem Aral-See sehr salzhaltig waren, wachsen halophytische Dorn- und Krüppelsträucher, wie der *Saxaul* (*Haloxylon ammodendron*); weite Distrikte werden von *Artemisien* aus der Verwandtschaft der *A. cina* Berg, welche den Zittwersamen liefert, bedeckt; die grossen Gummiharz führenden *Umbelliferen*, z. B. *Ferulata foetida*, *Dorema Ammoniacum* u. s. w., bilden auch hier schon förmliche Niederwaldbestände, wenn sie auch in Persien und Tibet viel zahlreicher werden. Manche Steppenkräuter erfahren ihre Samenverbreitung dadurch, dass die sparrig verzweigten Achsen vom Winde abgebrochen, ineinander verflochten, grosse und sehr leichte Bälle (Steppenhexen) bilden, die von dem Winde über die Ebene getrieben werden und dabei ihre Samen ausschütten.

7. Die Pyrenäenprovinz.

Sie nimmt nur das Gebirge der Pyrenäen mit seinen Abhängen und die angrenzenden Gebiete, so weit sich dessen Einfluss verfolgen lässt, ein. Sie ist von Wäldern überall dort bedeckt, wo nicht nachweisbar in historischer Zeit eine Waldvernichtung stattgefunden hat, die allerdings bei der Steilheit der Flanken nicht wieder gut gemacht werden kann (besonders in den Ostpyrenäen). Die Waldbäume sind bis auf die *Kastanie* in den tieferen Lagen die gleichen wie bei uns, und bis auf *Quercus Tozza*, die sich zwischen *Buchen* und *Edeltannen* in Cantabrien einschaltet. Der südlichen Lage entsprechend, steigen die betreffenden Bäume höher als bei uns auf; die Baumgrenze indes liegt nicht höher als in den südlichen Alpen, bei 2700 m. — Die Pyrenäen sind reich an Seltenheiten, von denen *Ramondia Myconi, Dioscorea pyrenaica,* die Umbellifere *Xatardia*, die nur am Couillade de Nouri, einem Hochpasse der Ostpyrenäen, vorkommt, besonders bemerkenswert sind. Einige andere Pyrenäenpflanzen haben eine merkwürdige Verbreitung; so wächst *Gentiana pyrenaica* in den Ostpyrenäen, den siebenbürgischen Karpaten und dem Kaukasus, während *Carex pyrenaica* auch in den südlichen Karpaten und dem arktischen Nordamerika vorkommt.

8. Die Provinz der Alpenländer.

In der Ausdehnung deckt sie sich mit dem geographischen Begriffe des Alpengebietes, d. h. sie umgreift die Alpen in der

ganzen Ausdehnung von den Seealpen bis zu den Karawanken und dem Karstplateau. Trotz des engen Verbandes ist die Flora auf der östlichen und westlichen Seite in der Zusammensetzung der Formationen sehr verschieden, obgleich jene gemeinschaftlich sind. Lokale Exposition bedingt andererseits erhebliche Differenzen zwischen den Nord- und Südabhängen. Im Westen dringen, durch den Rhonelauf begünstigt, nicht wenige Formen des Mittelmeergebietes ein, welche schliesslich an besonders begünstigtem Orte, wie zuletzt bei Sion, eigenartige Pflanzeninseln bilden (*Ephedra distachya*, *Rosmarinus officinalis*, *Tulipa oculus Christi* u. s. w.); ähnliche Invasionen haben sich auch an der Etsch bis Botzen (*Ruscus aculeatus*) und am Isonzo nachweisen lassen. Im Süden mischen sich bereits einige immergrüne Formen unter den Laubwald, im Tessin lässt sich sogar schon die immergrüne Strauchformation durch die *Cistus*arten und *Erica arborea* nachweisen. Hier herrscht bis 1520 m Laubwald in tieferen Lagen mit *Castanea*, in den höheren durch die *Buche* gebildet; dann tritt in grossen Beständen die *Lärche* hinzu, *Fichtenwälder* gehen bis 2000—2200 m und auf sie folgen Strauchformationen bis 2400 m, lokal aber steigt die *Arve* noch höher — bis 2500 m in der Dauphiné. Die alpinen Formationen reichen bis 2700 m, im Engadin und Wallis bis 3000 m.

Auf der Nordseite der Alpen findet eine entsprechende Depression der Formationen statt, über die das nötigste schon oben bei den Regionen (S. 615) gesagt wurde.

Die Spezialfloren werden in ihrer Zusammensetzung durch die Bodenbeschaffenheit sehr beeinflusst, deshalb herrscht ein grosser Unterschied zwischen der Vegetation der kalkreichen, nördlichen Voralpen, der südlichen Dolomitalpen und der aus kieselreichen Gesteinen aufgebauten Zentralketten: die ersteren sind durch die Strauchformation von *Rhododendron hirsutum*, die letzteren von *Rhododendron ferrugineum* so weit gekennzeichnet, dass man aus deren Vorkommen auf die Art der Unterlage schliessen kann. Im ganzen sind die Kalkfloren reicher und mannigfaltiger als die Kieselfloren. Der Westen und Osten sind besonders reich an endemischen Formen (im Westen *Saxifraga florulenta, Silene cordifolia, Berardia subacaulis*, im Osten *Stellaria bulbosa*, *Falcaria latifolia, Wulfenia*). Der Reichtum an diesen hängt wahrscheinlich mit der geringeren Beeinflussung durch die Vergletscherung während der Glazialzeit zusammen.

9. Die Apenninenprovinz.

Sie ist eine schmale Enklave des mitteleuropäischen Gebietes, welche am Col di Tenda mit den Seealpen in Verbindung steht und bis in die Breite des Monte Gargano reicht. Ihre Zugehörigkeit wird bedingt durch den Uebertritt einer grossen Zahl von Pflanzen, welche in den Alpen verbreitet sind. Die Ausbreitung derselben nach dem Apennin wurde durch die oben angegebene Vermittelung wahrscheinlich während der Glazialzeit vollzogen. Die Laubwälder steigen an seinen Flanken noch höher hinauf (*Castanea* bis 1000 m,

Buche bis 2000 m). Endemismen sind ziemlich zahlreich und finden sich hauptsächlich am Gran Sasso, an der Majella u. s. w. (*Adonis distorta, Carum flexuosum, Linaria pallida* u. s. w., am Monte Gargano die sehr eigentümliche *Primula Palinuri*).

10. Die Karpatenprovinz.

Zu ihr zählen die Gebiete, welche von den Karpaten im weitesten Sinne eingenommen werden, also jenes Gebirgsland, das in der Form eines breiten Halbmondes die ungarische Tiefebene umfasst. Von den Sudeten sind die Zentralkarpaten nur durch den Jablunkapass getrennt, erstere zeigen deshalb viele Beziehungen mit den Karpaten; bemerkenswert ist, dass einer nach Osten zunehmenden Sommerwärme entsprechend die Baumgrenze um 300 m, die des *Knieholzes* um 500 m höher steigt; die *Buche* indes nimmt an dieser Elevation nicht teil, weil sie durch die gleichfalls zunehmende Temperaturerniedrigung des Winters geschädigt wird, ein Umstand, der auch ihrer östlichen Verbreitung im Flachlande ein Ziel setzt. Die *Lärche* und die *Arve* haben die Karpaten mit den Alpen gemein, desgleichen teilen sie mit ihnen eine Menge von alpinen Kräutern und Sträuchern, welche in den Sudeten fehlen, z. B. *Leontopodium alpinum, Rhododendron hirsutum, Viola alpina* u. s. w.; doch gibt es auch eine Anzahl von Hochgebirgsformen, die von Osten aus nicht weiter vordringen als bis hieher oder endemisch sind, so z. B. *Saxifraga hieraciifolia, Campanula carpatica, Chrysanthemum rotundifolium*. An der Grenze gegen die Wallachei sind die Gebirgskämme mit einer reichen alpinen Flora bekleidet, wenn auch grosse Strecken von dichten Beständen des *Knieholzes* absorbiert werden. Auf eine Breite von 5 Graden bleibt hier die *Buche* in derselben Höhe aus den oben angeregten Ursachen. Siebenbürgen ist durch eine erhebliche Zahl eigentümlicher Arten ausgezeichnet, wenn auch vielleicht eine zu subtile Artunterscheidung der heimischen Botaniker nicht allgemeinen Beifall finden wird. Die Ericacee *Bruckenthalia spiculiflora* weist auf einen Zusammenhang der siebenbürgischen Flora mit der serbischen hin, die von einzelnen Botanikern für so weit vorhanden angesehen wird, dass die anstossenden rechtsseitigen Gebiete der Donau noch in diese Provinz eingezogen werden.

11. Die Provinz der bosnisch-herzegowinischen Gebirge.

In diese Provinz zählen wir Bosnien, die Herzegowina und den grössten Teil von Serbien. Wenn immer die waldbildenden Bäume von denen des Alpengebietes erheblich verschieden sind, so hat sie doch besonders die Berg- und Hochgebirgspflanzen, gerade so wie die folgende des Balkans, so weit mit jenem gemeinsam, dass sie nur hier angeschlossen werden kann. Die laubwechselnden Bäume sind hauptsächlich durch die *Silberlinde*, die *Cerr-* und die *weichhaarige Eiche*,

seltener durch *Castanea* vertreten, die Nadelhölzer durch *Pinus leucodermis*, welche in Bosnien die *Kiefer* vertritt und durch *P. Omorika* in Serbien; das Unterholz und die höheren Sträucher werden von *Acer tataricum*, *Ostrya carpinifolia* und *Syringa vulgaris* gebildet. Der grosse Reichtum an endemischen Formen wird durch neuere Reisen und botanische Forschungen immer noch erweitert, einige derselben sind: *Pancicia serbica*, *Ramondia serbica*, *R. Nataliae*.

12. Die Balkanprovinz.

Sie umfasst den Rest des türkischen Europas bis auf Albanien und die Grenzgebiete gegen Griechenland, doch beziehen wir noch das zentrale Macedonien mit hinein. Die Waldregion, welche hauptsächlich mit Laubwald besetzt ist (*Silberlinde*, *Castanea*, *Buche*, *Stieleiche*) reicht bis 15—1600 m, am südlichen Teile geht sie höher und wird hier durch eine eigentümliche Conifere, *Pinus Peuce*, in meist hochstrauchartiger Ausbildung zusammengesetzt (bis 2000 m). Man hat jetzt erkannt, dass die Pflanze identisch ist mit *P. excelsa* von Afghanistan und dem Himalaja, so dass in ihr eins jener Beispiele für die sprungweise Verbreitung von Waldbäumen vorliegt. In der subalpinen Region finden sich weite Flächen mit *Bruckenthalia spiculiflora* bestanden. Auch dies Gebiet ist reich an Endemismen und in seinen Formen noch lange nicht erschöpft. Die bemerkenswerteste Ausbeute hat das Rhodopegebirge darin geliefert: *Haberlea rhodopensis* und *H. Heldreichii*, *Lathraea rhodopensis* u. s. w., ausgezeichnete Relikte der Staudenflora aus der Tertiärzeit.

13. Die Provinz des Kaukasus und von Mazenderan.

Von den Kaukasusländern muss die Westseite längs des Schwarzen Meeres ebenso wie das Thal des Rion ausgeschlossen werden, da beide zum Mittelmeergebiete zählen; dafür wird aber eine schmale, östlich auf dem armenischen Hochgebirge sich hinziehende Enklave und das Gebirgsgebiet südlich vom Kaspischen Meere mit seiner höchsten Erhebung im Demavend hinzugezogen. Bei dem ostwestlichen Streichen des Gebirges hat die lokale Exposition einen grossen Einfluss auf die Erhebung der Vegetationslinien, so dass die Differenz des Vorkommens von *Pinus orientalis* und der unserer *Tanne* ähnlichen *Abies Nordmanniana* auf den Nord- und Südseiten der Kämme mehr als 300 m beträgt; ausser diesen beiden Bäumen wird der Wald am Kaukasus aus fast denselben Gewächsen zusammengesetzt wie bei uns (*Castanea*, *Buche* und *Esche*, *Ahorn*).

Auf den Höhen über der Baumgrenze (bei etwa 2400 m) begegnen uns *Rhododendron*gebüsche, welche hauptsächlich von *R. caucasicum* gebildet werden, in tieferen Lagen trifft man auf *R. flavum*; das bekannte *R. ponticum* aber, welches in Portugal einen sehr nahen Verwandten besitzt, ist an noch wärmeren Orten verbreitet. Die Kraut- und Staudenflora hat viele endemische Hochgebirgsformen

(*Gentiana*, *Saxifraga*, *Draba*, *Asperula*), welche mit borealen und arktisch alpinen eine reiche Vegetation bilden.

Nicht unerheblich verschieden ist die Vegetation am Fusse des grossen Vulkangebirges um den Demavend, das den Namen Elburs führt; hier erscheinen *Platanus orientalis*, *Pterocarya caucasica, Planera Richardii* waldbildend, von Nadelhölzern kommt nur *Taxus* vor; der Südabfall ist dagegen von den benachbarten Steppengebieten Persiens durchaus beeinflusst, seine Flanken sind von Dornsträuchern und Xerophyten bedeckt, die sich auf der Höhe mit Alpengewächsen mischen.

IV. Das zentralasiatische Gebiet.

Es fällt ungefähr mit demjenigen Gebiete zusammen, welches in der Geographie Hoch-Innerasien genannt wird. Eine Reihe parallel ostwestlich ziehender Gebirge zerlegt es in staffelweise von Nord nach Süd aufsteigende Hochebenen, deren höchste in Tibet das Gebiet nach Süden zu beschliesst. Der Uebergang nach fast allen Richtungen, die südliche ausgenommen, in welcher der Himalaja eine gute Grenze bildet, macht eine scharfe Abgliederung schwierig: so geht die Vegetation von Afghanistan allmählich durch die Pamirgebirge nach Ostturkestan über; ebenso ist von Innerasien nach dem eigentlichen China hin und nach der Mandschurei schwer eine Begrenzung festzusetzen.

Der vornehmste Charakter, welcher der grössten Ausdehnung zukommt, ist steppenartig; er kann bis zum völligen Verschwinden jeglichen Pflanzenwuchses zurückgehen, wie in Ostturkestan, besonders aber in Tibet. Von den Höhenregionen findet sich nicht immer die subarktische, denn in vielen Gegenden gehen bei der entsprechenden Höhenlage häufig Steppenpflanzen in hochalpine Formen über. Im Karakorum werden die höchsten Punkte von der Strauchvegetation (*Myricaria germanica, Tamarix indica*) bei etwa 5200 m erreicht. Das boreale Element spielt nur an den nordöstlichen Rändern im Altai und Thianschan umfangreicher in das Gebiet hinein, das arktotertiäre tritt hauptsächlich im Osten durch die chinesischen Gebiete mit ihm in Beziehung, für den eigentlichen Kern jedoch ist die Steppenflora die wichtigste; die Zahl der Endemismen ist verhältnismässig nicht zu gross, sie dürfte den zehnten Teil des Pflanzenbestandes nicht erreichen.

Die grösseren Wasserläufe werden von einer Pappel, *Populus euphratica,* begleitet, die sich aus dem Tertiär in die Gegenwart herübergerettet hat (*P. mutabilis*); die Gebirgsabhänge des Nordens sind mit *Picea Schrenkiana,* mit der kaukasischen *P. orientalis* verwandt, besetzt; von europäischen Sträuchern ist der häufige *Hippophaë rhamnoides* zu erwähnen; der einer Schopfweide ähnliche *Saxaul* tritt wieder in Menge auf, mit ihm andere Dornsträucher aus den Familien der Polygonaceae und Chenopodiaceae. Eigentümlich wegen ihrer Verbreitung ist die Zygophyllacee *Nitraria Schoberi*, die bis Belutschistan geht, dann aber wieder in Ostaustralien auftritt. Von

Stauden sind wichtig zahlreiche Steppenleguminosen, besonders Arten von *Astragalus*, *Hedysarum, Alhagi* sowie *Artemisien*; Steppengräser werden wieder von *Stipa*arten gebildet (*Stipa mongolica*, *St. splendens*, letztere in Tibet bis fast 4000 m aufsteigend). Im Osten erscheinen die Hochstauden der *Rheum*arten; unter den zahlreichen Zwiebelgewächsen (*Tulipa*, *Fritillaria* u. s. w.) sind die Gattungen *Eremurus* und *Allium* mit besonders zahlreichen, letztere mit sehr eigentümlichen Arten entwickelt.

V. Das makaronesische Uebergangsgebiet.

Die Beziehungen dieses Gebietes zu dem Mittelmeergebiete sind so offenbar, dass es nur durch die reichlichere Einmischung tropischer Formen getrennt werden kann. Dass die letzteren Relikte aus der Tertiärzeit sind, bedarf heute keines Nachweises mehr, sie haben sich wegen der beschränkten Konkurrenz, bedingt durch insulare Lage, gegen neue Eindringlinge erhalten können. Die Zahl der Endemismen ist verhältnismässig sehr gross. Das ganze Gebiet zerfällt in 4 Provinzen, welche 4 Inselgruppen entsprechen.

1. Die Provinz der Azoren.

Ihre Vegetation ist derjenigen der Mittelmeerregion insofern ähnlich, als die Formation der immergrünen Wälder vorherrscht; begünstigt durch die grösseren Niederschlagsmengen eines Seeklimas nehmen die Farne einen wesentlichen Anteil daran (*Dicksonia culcita*, die ansehnlichste Form); durch denselben Umstand erheben sich die immergrünen Gewächse häufig bis zu bedeutenden Höhen (1600 m), der Lorbeerwald, aus *Laurus canariensis, Picconia excelsa* (einer Oleacee) und *Myrica Fayal* gebildet, steigt bis 800 m, darüber sind Maquis entwickelt mit häufigem *Juniperus brevifolia* und *Myrsine africana.* Endemisch sind *Erica azorica* und *Vaccinium cylindraceum,* von denen die erstere mit *Daboecia polifolia* die oberen Gehänge des Kraters von Pico bekleidet, bis alles von *Calluna vulgaris* abgelöst wird. Im ganzen sind etwa 40 endemische Formen bekannt, die meist auf eine Verwandtschaft mit europäischen Pflanzen hinweisen, nur 3 zeigen Annäherung an amerikanische (2 *Habenaria [H. micrantha* und *H. longibracteata]* und *Sanicula azorica*).

2. Die Provinz Madeira.

Klimatisch unterscheidet sie sich von der vorigen zu wenig, als dass die Facies der Pflanzenwelt wesentlich verändert würde. Bei der Entdeckung war die Hauptinsel Madeira dicht bewaldet, der wichtigste Baum soll ein Nadelholz gewesen sein, vielleicht *Juniperus brevifolia* oder *J. Cedrus;* durch einen Waldbrand wurde aber der ursprüngliche Bestand vernichtet. Weit und breit ist an Stelle

der früheren Vegetation, die Kultur von Nutzgewächsen getreten, unter denen tropische Formen (*Zuckerrohr, Banane, Opuntien*) charakterbestimmend eingreifen. Bis zur höchsten Spitze der Berge (2000 m) steigt die immergrüne Vegetation auf; in der Tiefe sind 2 Endemismen wegen ihrer Beziehung zu Afrika wichtig: *Sideroxylon Marmulana* und *Dracaena Draco,* der letztere durch seine eigentümliche, plumpe, vielästige Gestalt mit gebüschelten Schilfblättern (*Drachenblutbaum*) bekannt. Ueber der Kulturregion liegt ein Gürtel von *Castanea,* dann folgt von 600—1300 m der Lorbeerwald aus *Laurus canariensis*, *Apollonias canariensis, Ocotea foetens* (der *Til* oder *Stinkbaum*) und *Persea indica* gebildet; von Sträuchern treten *Clethra arborea* und *Ilex Perado* hinzu, die nur in dem Gebiete gedeihen und *Prunus lusitanica,* sowie *Taxus* und *Erica arborea*, die in Europa weiter verbreitet sind; die letztere wird aber auch hoch baumförmig. Ueber dem Lorbeerwalde erscheinen Maquis.

Endemische Arten sind etwa 15 % vorhanden, von denen einige Holzgewächse sind, die mit Stauden europäischer Herkunft in Verwandtschaft stehen (*Melanoselinum* ähnlich *Thapsia*, *Sinapodendron* ähnlich *Sinapis, Musschia* ähnlich *Campanula*); Beziehung zu amerikanischen Formen zeigen *Clethra arborea* und *Vaccinium maderense.*

3. Die Provinz der Kanaren.

Mit der grösseren Annäherung an den afrikanischen Kontinent wachsen auch die Beziehungen zu ihm. Besonders ist die niedrigste Region vom Meeresspiegel bis 5—800 m Höhe (auf der trockeneren Südseite steigt sie höher hinauf) durch Xerophyten charakterisiert: die Formation der Sukkulenten ist echt afrikanisch. Hier finden sich die kaktusähnlichen *Euphorbien* (*E. canariensis*), ein fleischiger *Senecio* (*S. [Kleinia] neriifolia*), *Sempervivum*arten in grosser Zahl, *Opuntia* (mit der Kultur der Cochenille), ausserdem die Dattelpalme und die Rubiacee *Plocama pendula* mit hängenden Zweigen. Auf diese Region folgt die der immergrünen Gehölze und zwar Lorbeerwälder, die in ihrer Zusammensetzung mit denen von Madeira übereinstimmen, und Maquis bis 1600 m; dann erscheinen Nadelwälder, hauptsächlich aus *Pinus canariensis* mit 30 cm langen Doppelnadeln. Von ca. 2000 m bis 2800 m herrscht hauptsächlich die *Retama* (eine xerophytische Papilionacee *Spartocytisus nubigena*); die höheren Lagen am Pic von Teneriffa sind frei von Phanerogamen.

Die Ziffer der Endemismen steigt auf fast den dritten Teil der Vegetation; nicht viel weniger als die Hälfte der Pflanzen aber sind europäisch, wodurch die Zugehörigkeit zu Afrika entschieden abgewiesen wird. Viele derselben haben die Inseln mit Madeira gemein, sonst seien noch genannt *Ceropegia dichotoma,* die Amarantaceë *Bosia Yervamora*, die Campanulacee *Canarina Campanula,* eine früher monotype Gattung, zu der neuerdings eine zweite Art auf dem Ruwenzori (Ru Nsorro) in Zentralafrika gefunden wurde.

4. Die Provinz der Kap Verdischen Insel.

Sie schliessen sich, bedingt durch ihre tiefste südliche Lage, von allen Provinzen am meisten dem Sudan an; sie haben auch eine tropische Solstitialregenzeit, die indes zuweilen sehr unergiebig ist, ja sogar ausbleibt. Die Flora ist der vorherrschenden Trockenheit angepasst, $^4/_5$ der Oberfläche soll der Benutzung nicht unterliegen. Einheimische höhere Bäume gibt es nicht, nur afrikanische Krüppelsträucher (*Acacia, Sarcostemma viminale* im ganzen tropischen Afrika verbreitet, *Tamarix* und *Euphorbia*), sonst erscheinen Formen, welche nach den Canaren hinweisen, *Sinapodendron, Sempervivum, Echium*; auf den Gebirgshöhen kommen auch Mediterranpflanzen vor (*Rosmarinus*). Endemische Formen werden 66, unter ca. 400 Arten aufgezählt, eine Zahl, die vielleicht noch zu hoch gegriffen ist.

VI. Das Mittelmeergebiet.

Alle diejenigen Länder, welche südlich die Grenze des nördlichen extratropischen Florenreiches von der Strasse von Gibraltar an bis zum Hindukusch berühren und bis jetzt noch nicht besprochen worden sind, setzen dieses Gebiet zusammen. Die bisher erwähnten Formen des arkto-tertiären Elementes sind nicht mehr vorhanden, dagegen begegnen wir analogen Gestalten zu denjenigen Gewächsen, welche im früheren Tertiär das mittlere Europa bewohnten, wie *Chamaerops*-ähnliche Palmen, *Lauraceae* u. s. w., die wir deshalb mit Engler tertiär-boreal nennen. Sie sind im Grunde von dem tropischen Elemente, das wir vorhin schon so vorwiegend in Makaronesien antrafen, nicht verschieden. Der ehemalige Charakter dieser Flora ist durch die Kultur und die damit zusammenhängende Verminderung der Niederschlagsmengen offenbar erheblich verändert worden; die letztere wurde die Veranlassung zum Einbruch des Steppenelementes, das überall fast nachweisbar, doch nach Osten und Süden beträchtlich anschwillt. Bei genügender vertikaler Erhebung des Terrains finden wir folgende Regionen: die mediterrane, allein charakteristisch durch Mesothermen, boreale, subarktische, arktisch-alpine oder reinalpine; die Vegetation der letzteren kann überall dort, wo eine Einmischung von Glazialpflanzen nicht mehr nachweisbar ist, wie im südlichen Italien, in Griechenland, Nordafrika, auf alpine Formen der Ebenenflora zurückgeführt werden.

1. Die iberische Provinz.

Ihr Charakter ist ziemlich verschieden; wir begegnen im Innern von Spanien, am Ebro und im wärmsten Südosten ausgedehnten Steppen, die zuweilen den Charakter von afrikanischen Wüsten annehmen: Elche ist der einzige Ort Europas, wo die kultivierte *Dattelpalme* reife Früchte bringt. Im Süden erhebt sich die Kultur

der *Olive* und des *Weinstockes* bis 1200 m, die wilde Form des ersteren (*Oleaster*) bildet mit *Myrtus communis, Arbutus, Erica arborea* dichte Gebüsche, Maquis, denen sich oft unübersehbare Gestrüppe der einzigen europäischen Palme *Chamaerops humilis* zugesellen. Kultivierte *Opuntien*, *Agaven* und die wilde *Aloë vulgaris* verleihen der Gegend oft ein tropisches Aussehen. In derselben Höhe erscheinen Wälder von *Pinus halepensis* und *P. Pinaster,* sowie von immergrünen *Eichen* (darunter wichtig *Q. Suber,* die *Korkeiche*) in höheren Lagen Maquis mit stark riechenden Labiaten; dann tritt sommergrüner Wald von mitteleuropäischem Charakter auf; bei 2000 m beginnen Alpensträucher und über 2400 m ist die alpine Region entwickelt.

2. Die ligurisch-tyrrhenische Provinz.

Sie begreift das südlichste Frankreich mit der Provence, die Riviera, das westliche und südliche Italien in sich. Der Bau der *Olive* wird an vielen Orten mit grossem Gewinn betrieben (am Aetna bis 700 m), doch werden in Frankreich durch periodisch eintretende harte Winter die Kulturen zuweilen sehr geschädigt oder zeitweise geradezu vernichtet; die *Dattelpalme* wird zwar (am nördlichsten bei Bordighera) noch kultiviert, kommt aber nicht mehr zur Fruchtreife; in hohem Masse blüht die Kultur der ursprünglich ostasiatischen *Agrumen* (*Citronen* und *Apfelsinen*); die *Opuntie* liefert besonders in Sizilien ein Volksnahrungsmittel. Alle diese Pflanzen geben Italien offenbar einen Charakter, welcher das ursprüngliche Aussehen des Landes stark verändert hat. — Am Aetna, der höchsten Erhebung, folgt auf die Mediterranregion ein lichter Wald von *Castanea* bis 1300 m, dann kommen sommergrüne Wälder (*Eiche*, *Buche*), endlich die *Schwarzkiefer* bis 2200 m. Nach der Strauchvegetation von *Berberis aetnensis*, *Juniperus sphaerica* bemerkt man noch einige Stauden bis 3000 m, z. B. *Robertia taraxacoides*, *Anthemis punctata* u. s. w. — In Süditalien ist die Einwirkung einer Invasion von Tunis her deutlich ausgeprägt. Der Aetna, Ligurien und die beiden Inseln Sardinien und Corsica sind verhältnismässig reich an Endemismen, von denen einige schon oben (S. 620) angeführt wurden.

3. Die marokkanisch-algerische Provinz.

Die Ebene und die Vorbergregion, gekennzeichnet als Region der *Olive*, die bis 1000 m aufsteigt, ist vorherrschend steppen-, ja wüstenartig; grosse Mengen zweier der härtesten Gräser (*Stipa tenacissima*, *Espartogras*, und *Lygeum Spartum*), die beide auch in Spanien vorkommen, werden als *Halfa* zu Papiermaterial ausgebeutet; in ihr finden sich wieder die *Korkeiche*, die Gestrüppe von *Chamaerops*, die Wälder von *Pinus halepensis* mit *Juniperus phoenicea*, zu denen sich die *Callitris quadrivalvis* (der *Sandaracbaum*) gesellt. Nach Beständen immergrüner *Eichen* (bis 1600 m) kommen die *Cedernwälder* (*Cedrus atlantica,* von Manchen nur als Varietät der *C. Libani* angesehen).

Krüppelbäume immergrüner Eichen (*Q. Ilex*) folgen und bilden bei 2700 m die Grenze der Bäume. Darüber befindet sich Strauchvegetation von *Berberis* und *Rosen*, bis endlich alpine Stauden den Beschluss machen, unter denen nur noch sehr spärliche boreale Formen auftreten (z. B. *Saxifraga granulata*). Die Beziehungen zu der Pyrenäenhalbinsel und Makaronesien sind vielfach deutlich. Als Relikt einer früheren tropisch-afrikanischen Flora nenne ich die Gattung *Caralluma*, die bei Gaëta und auf Lampedusa mit einer *(Caralluma europaea [Apteranthes Gussoneana])* und hier mit 2 Arten (ausser jener *C. Munbyana*) erhalten blieb.

4. Oestliche Mediterranprovinz.

Aus dem ganzen östlich gelegenen, zusammenhängenden, beträchtlich den bisher behandelten Teil überragenden Rest, soll zunächst noch Ostitalien namhaft hervorgehoben werden, welches zumal im südlichen Teile die eigenartigsten Beziehungen zu Albanien aufweist. Ueberall wo sonst das flache Land in grösserer Ausdehnung vorliegt, tritt der Steppen- und schliesslich der Wüstencharakter so zu Tage, dass eine Trennung von den benachbarten nördlichen und südlichen Gegenden kaum noch gezogen werden kann; dies gilt namentlich vom äussersten Osten. Diese Gebiete enthalten, und zwar besonders in Afghanistan und Iran, eine übergrosse Zahl von Endemismen, zumal in den Gattungen *Astragalus*, welche mit über 700 Arten, *Centaurea*, die mit 147, *Cousinia*, die mit 132, *Verbascum*, die mit 107 Arten entwickelt sind; *Acantholimon* kommt nur dort vor. Die Strauchvegetation überwiegt alle anderen Formen, die Ausbildung von dornigen Aesten oder stacheligen Blättern ist sehr häufig; hochstaudige Umbelliferen mit stinkenden Milchsäften sind noch weiter verbreitet wie in Turkestan. Mit der Sahara hat der südliche Teil von Persien, sowie die arabisch-syrische Wüste die Kultur der *Dattel* gemein. Erhebt sich das Land über 2600 m, so erscheint eine alpine Vegetation, die allergrössten Teils den Zusammenhang mit der Steppenflora der tieferen Lagen klar aufweist.

Auf der Balkanhalbinsel ist der Wald an vielen Stellen in bei weitem grösserer Ausdehnung erhalten; schon oben wurde einzelner hier vorkommender Regionen Erwähnung gethan; besonders bemerkenswert ist in der Region der immergrünen Wälder das Vorkommen von *Aesculus Hippocastanum* mit *Juglans regia* und *Platanus orientalis* in der phthiotischen Landschaft Griechenlands; hier wie am Pindus ist gewissermassen ein Nest, in dem sich diese einst im Miocän über Deutschland verbreiteten Bäume noch erhalten haben. Zwei viel weiter verbreitete Relikte sind die an fast allen Rinnsalen sich findenden *Nerium Oleander* und *Vitex Agnus castus*.

VII. Das mandschurisch-japanische Gebiet.

Es umfasst den östlichen Teil des chinesischen Reiches bis südlich vom Yangtse-Kiang und Japan mit Ausnahme der Insel

Kiusiu. Mesotherme Pflanzen sind vorwiegend; im Süden werden sie mehr oder minder reichlich mit Hydromegathermen gemischt. Bei genügenden Erhebungen folgen übereinander die subtropische, boreale, subarktische und arktisch-alpine Region. Schon oben wurde darauf hingewiesen, dass in diesem Gebiet eine sehr vollständige Erhaltung miocäner Pflanzenformen vorliegt. Der Norden hat den Charakter der nördlich gemässigten Zone Europas mit ostasiatischen Pflanzentypen; hier finden sich Wiesen und Wälder aus sommergrünen Bäumen nebst Coniferen (*Tilia mongolica, Quercus mongolica, Corylus heterophylla, Pinus mandschurica* u. s. w.). Im nördlichen China sind *Pawlownia imperialis, Gleditschia chinensis, Ailanthus glandulosa* Waldbäume, die auch bei uns durch die Kultur bekannt sind. In Japan wiegen unter gleicher Breite immergrüne Laubbäume vor: *Camellia japonica, Pittosporum Tobira;* sie sind ebenso wie die schönblühenden, sommergrünen Bäume (*Magnolia Yulan* und *M. obovata* mit zahlreichen Bastarden, *Prunus triloba, Pirus floribunda*) in unseren Warmhäusern und Gärten vielfach anzutreffende Frühlingsblüher; hier gehen auch südlichere Formen weit nach Norden, wie *Cycas revoluta, Cinnamomum Camphora.* Einzelne *Coniferen* sind hauptsächlich aus der Kultur um die Tempel bekannt (*Gingko biloba, Cryptomeria japonica, Sciadopitys verticillata*), auch *Bambuswälder* umgeben sie. Im eigentlichen China hat der Wald der Kultur weichen müssen; die minder fruchtbaren Höhen sind mit Maquis besetzt; in Japan aber ist der Wald in den Gebirgen erhalten und wird auf Nippon durchschnittlich bis 1500 m Höhe von *Fagus silvatica* und *F. Sieboldii* gebildet; über ihnen erscheinen zahlreiche Coniferen (*Pinus ajanensis, Pinus firma, Larix leptolepis* u. s. w.); die Baumgrenze liegt etwa bei 2600 m, darüber befindet sich die alpine Region.

Unter allen Kulturpflanzen ist für die wärmeren Gegenden der *Reis* am wichtigsten, der auch in einer Varietät auf trockenerem Terrain gebaut wird (*Bergreis*); sonst sind die *Gerste* (nackte Gerste) und die *Sojabohne* für die Ernährung des Volkes von Bedeutung. Die *Thee*kultur wird umfangreich gepflegt; *Boehmeria nivea*, die *Ramié*, und *Broussonetia papyrifera*, der *Papiermaulbeerbaum*, sind wichtige Faserpflanzen; letzterer gilt namentlich als das geschätzteste Papiermaterial.

VIII. Das Gebiet des pacifischen Nordamerika.

Dieses grosse, langgestreckte Gebiet zieht sich, entsprechend der oben erwähnten, durch den Golfstrom bedingten Elevation der atlantischen Provinz in Europa, hoch nach Norden; die bedingende Ursache ist auch hier in einer warmen Meeresströmung, dem Kuro Siwo zu suchen. Das Gebiet reicht von der Südgrenze des Staates Kalifornien bis zur Halbinsel Aljaschka und wird westlich durch die Rocky Mountains von dem übrigen Nordamerika abgeschieden. Wir haben schon oben erfahren, dass in diesem Meridiangebirge die Ursache der Verschiedenheit der östlich- und westlich amerikanischen Vegetation zu suchen ist. Zumal in den tieferen Lagen des Südens

sind Mesothermen vorwiegend, in die sich bei zunehmender Polhöhe die Mikrothermen einschalten und schliesslich herrschend werden. Arktotertiäre Formen sind zahlreich, dazu gesellen sich boreale, und die arktisch-alpinen gehen, durch den Zug der Gebirge begünstigt, weiter nach Süden als in Europa. Von den Regionen finden wir die subtropische, boreale, subarktische und arktisch-alpine infolge der weitausgedehnten, bedeutenden Erhebungen.

Die Formationen sind sehr mannigfaltig, von den üppigsten Wäldern immergrüner Bäume bis zur vollkommenen Wüste sind alle Uebergänge da. Die ersteren herrschen an der Küste entlang und werden von einer Lauracee (*Tetranthera californica*), immergrünen Eichen (*Quercus agrifolia* u. s. w.) und der bis zum Oregon reichenden *Castanopsis chrysophylla* gebildet; dazu treten sommergrüne Bäume (*Platanus, Aesculus, Juglans*) und immergrüne Sträucher, die häufig Maquis bilden. Eine einheimische Palme, *Pritchardia filifera*, findet sich im Süden.

Viel wichtiger aber sind für das Gebiet die zahlreichen und wertvollen *Coniferen* (28 Arten), die in den südlicheren Breiten auf den Höhen, in den nördlichen bis an den Strand herab noch ausgedehnte, dichte, gegenwärtig ausgebeutete Waldbestände bilden. Pflanzengeographisch interessant ist das Vorkommen von *Libocedrus decurrens*, deren Verwandten nur in Chile gedeihen, wie überhaupt mehrfache Parallelen zwischen beiden Ländern nachweisbar sind (*Collomia, Mimulus, Dalea* unter den Stauden). Auf der Sierra Nevada finden wir zwei Relikte aus der Tertiärzeit, *Sequoia gigantea* (der *Mammutbaum*), der Riese der Pflanzenwelt, welcher eine Höhe von 100 m mit einem Umfang von 30 m in Mannesbrusthöhe erreichen kann, und *S. sempervirens; Pinus Coulteri* und *P. Sabiniana* sind wegen der sehr grossen Zapfen bekannt. *Pinus Douglasii, Picea amabilis* und *Cupressus Lawsoniana* sind sehr grosse, auch bei uns vielfach kultivierte Arten der nördlicheren Gegenden.

In den Rocky Mountains wiegen der beträchtlichen Plateaux halber, auf denen die Spitzen aufgesetzt sind, die Nadelhölzer vor, besonders sind *Pinus flexilis, P. monophylla, Larix Lyallii* und *L. occidentalis* herrschend. Sehr bemerkenswert ist die ungewöhnliche Erhebung der Baumgrenze, die bis über 3900 m in dem South Park (39° n. Br.) aufsteigt, unter 51° aber schon auf 2000 m sinkt; darüber liegt die alpine Region, die aber im ganzen einen ärmlichen Pflanzenwuchs zeitigt.

Zwischen den Rocky Mountains und den westlichen Gebirgen erscheint in der Breite von Kalifornien ein Terrain, das in den niederen Gebieten abflusslose, sehr salzhaltige Seeen mit einer steppen- und wüstenartigen Facies der Vegetation hat. Die tiefste Senke um den Great Saltlake liegt noch 1200 m über dem Meeresspiegel. Die meisten der Pflanzen sind Halophyten, wie z. B. *Salicornia herbacea, Eurotia lanata*, viele endemische *Astragalus*arten, der *Sagebrush* (*Artemisia tridentata*) und *Sarcobatus vermicularis*. Dazu gesellen sich von Mexiko her eindringend Kakteen, die z. B. an der Grand Mesa in Colorado noch bis 2800 m aufsteigen, wo die Arten

von *Mamillaria*, *Cereus* und *Opuntia* einen Winter aushalten, der unserem an Härte gleichkommt; im Sommer bekleiden die letzteren die nackten Felsen mit einem unvergleichlich schönen, mannigfaltigen Blumenschmuck.

IX. Das Gebiet des atlantischen Nordamerika.

Folgen wir von den Arkansasquellen in den Rocky Mountains einer Linie, die etwa parallel mit der Westküste Nordamerikas bis zum mexikanischen Golfe verläuft, gehen wir an der Nordküste desselben östlich durch die Floridastrasse und am Atlantischen Ozean nach Norden, so treffen wir in Neu-Schottland auf die Grenze des nordamerikanischen Seeengebietes und haben damit unter Innehaltung der Marken des vorigen Gebietes das beschrieben, mit dem wir uns jetzt beschäftigen wollen.

Der Masse nach sind die hier gedeihenden Pflanzen Mikrothermen, zu denen sich im Süden Mesothermen, und im Westen eine bedeutende Anzahl tropischer Xerophyten gesellen; im Verhältnisse zur westlichen Hemisphäre gehen die ersteren viel südlicher, so dass hier eine Vegetation am Wendekreis des Krebses gefunden wird, für welche uns das Aequivalent in Europa um 15—20° nördlicher begegnet. Im Norden sind die boreale, subarktische und an einer Stelle, den White Mountains in New Hampshire, die arktisch-alpine Zone (mit *Diapensia lapponica*) entwickelt, im Süden tritt noch die subtropische hinzu. Wir müssen dieses Gebiet in zwei dem Charakter nach sehr verschiedene Provinzen zerlegen.

1. Die apalachische Provinz.

Sie nimmt den vom Mississippi und Ohio östlich gelegenen Teil ein und ist durch das Vorwiegen der Waldformation ausgezeichnet; wie hier die miocänen Formen in grosser Mannigfaltigkeit erhalten sind, haben wir oben schon kennen gelernt. Der sommergrüne Laubwald besteht der Hauptmasse nach aus *Quercus tinctoria, Q. palustris, Q. rubra,* die im Herbste die prachtvolle Laubfärbung erzeugen, sowie aus *Juglans nigra*, *J. cinerea, Carya alba, Magnolia acuminata*, *Liriodendron tulipifera*; dazu kommen häufige Nadelhölzer, wie *Pinus rigida* (*Pitch pine,* das beste Schiffbauholz), *Juniperus virginiana* (*Cederholz* für Bleistifte), an der Küste sind grosse Strecken von *Pinus australis* eingenommen (Pine barrens), die sich bis zu den weiten Sümpfen Louisianas (dismal swamps) erstrecken; in den letzteren tritt ein anderer Baum als tertiäres Relikt auf, *Taxodium distichum*, dessen aus den Wurzeln sich erhebende, pfeilerartige Auswüchse oft allein einen Weg durch die Sümpfe gestatten. Dieser Baum überschreitet den 40° nicht. Noch weiter nach Süden nehmen die immergrünen Bäume beträchtlich zu, so *Persea caroliniana*, *Magnolia grandiflora*, viele Ericaceae (*Rhododendron maximum*), *Quercus virens, Sabal Palmetto* u. s. w. Im Süden von Florida häufen sich

die neotropischen Gestalten derart, dass man die Grenze gegen Westindien sehr wohl durch jene Halbinsel legen könnte. Wir zählen dort schon fünf wildwachsende *Palmen*, finden zahlreiche Lianen und viele tropische *Rubiaceen*geschlechter (*Exostema*, *Guettarda, Hamelia* u. s. w.); an den Küsten ist die Mangrove typisch entwickelt, die übrigens bis Carolina reicht.

2. Die Prärieenprovinz.

In ihrer typischen Entwickelung, wie sie sich zwischen Mississippi und Missouri und über diesen hinaus bis zum Ohio entfaltet, ist sie eine Grassteppenlandschaft, die nach Norden und Osten in die Wälder aus laubwechselnden Bäumen, nach Westen und Süden in die Krautsteppen und Wüsten übergeht. Die gewöhnlichsten Gräser sind *Buchloë dactyloides,* eine diöcische, niedrige Form (*Buffalo grass*) und *Bouteloua oligostachya* (*Mezquite grass*); neben ihnen finden sich Stauden von zum Teil sehr beträchtlicher Höhe (*Helianthus*), darunter auch der wegen seiner Knollen angebaute *H. tuberosus*, ferner *H. annuus*, die *Sonnenrose*, die nicht aus Peru stammt, *Phlox panniculata, Pentstemon, Asclepias tuberosa* u. s. w. Die Prärieen sind fruchtbar, und hier blüht hauptsächlich gegenwärtig der in so grossartigem Umfange betriebene Getreidebau. Im Süden, den Gebieten von Arizona, Neu-Mexiko und Texas, begegnen wir jener Steppen- und Wüstenflora, welche wir schon oben besprochen haben. Von Charakterpflanzen sind hier weiter zu nennen der stark riechende *Kreosotstrauch Larrea mexicana,* die *Agaven,* die *Dasylirion-* und *Yucca*arten mit ihren spitzen, starren, stechenden Blättern. Die Kakteen sind noch zahlreicher als in Colorado und bringen fast ihre grössten Formen hervor, wie die kugelförmigen *Echinokakten* von 1 m Durchmesser (*E. Thurberi* u. s. w.). Diese Gegend ist sehr reich an Endemismen und auch an Formen, welche mit den südamerikanischen korrespondieren.

Von Bäumen ist am verbreitetsten *Prosopis juliflora* (der *Mezquitebaum*), dessen zuckerhaltige Hülsen für Menschen und Tiere ein nicht unwichtiges Nahrungsmittel abgeben, während die Vorkommen von *Opuntien* wegen ihrer von Saft strotzenden Glieder den Karawanen die Wege durch die wasserarmen Distrikte vorschreiben. Je weiter man nach Westen vordringt, desto fühlbarer wird der Mangel an Wasser, so dass Texas wegen seiner ausgedehnten, häufig von Baumgruppen durchsetzten Graslandschaften wirtschaftlich von allen diesen Gebieten am höchsten anzuschlagen ist.

Die tropischen Florenreiche.

Entwickelung der tropischen Florenreiche.

Ueber die Mischungselemente, welche die gegenwärtigen Floren der Tropenzonen erzeugt haben, ist uns ausser denjenigen Schlüssen, die wir aus der heutigen geographischen Verbreitung der sie zusammensetzenden Geschlechter ziehen können, nur ausserordentlich wenig

bekannt geworden. Waren die Reste einer in den Erdschichten eingeschlossenen tertiären Flora schon in den so gut durchforschten nördlichen Gegenden wenig belangreich und häufig vieldeutig, so sind die Erfahrungen, welche innerhalb der wärmsten Erdstriche aus ihnen gezogen werden können, kärglich, ja höchst unbedeutend. Was wir von ihnen wissen, gibt der Vermutung Raum, dass diese Floren ihre Zusammensetzung am wenigsten seit der Tertiärzeit geändert haben. In den von Borneo, Java und Sumatra bekannten Einschlüssen hat man nur Geschlechter erkannt, die auch heute noch in jenen Gegenden vorkommen.

Die Zahl der Familien, welche beiden Erdhälften gemeinschaftlich sind, ist, wenn auch bemerkenswerte Differenzen vorliegen, doch so gross, dass wir an einem früheren engeren Zusammenhang nicht zweifeln können; es gibt nicht einen einzigen grösseren Pflanzenverband, der nicht beiden zukäme, wenn auch kleinere, minder artenreiche Gruppen der einen, bezw. der anderen Halbkugel innerhalb der Wendekreise ausschliesslich eigentümlich sind, z. B. die *Pandanaceae* und *Nepenthaceae* der östlichen, die *Cyclanthaceae, Bromeliaceae, Vochysiaceae* und *Trigoniaceae* der westlichen Hemisphäre.

Neben den wohl ausschliesslich durch die unfreiwillige Vermittlung des Menschen verbreiteten Ruderalpflanzen und gewissen geflissentlich übertragenen Zierpflanzen, kennen wir eine Reihe von Gewächsen, die der Westküste von Afrika und der Ostseite von Amerika als sicher ursprünglich einheimische Bürger angehören. Von den ersteren seien besonders die Columniferen *Sida rhombifolia, S. cordifolia* und *S. acuta*, *Triumfetta rhomboidea* und *T. semitriloba, Urena lobata* genannt; die *Heliconia Bihai*, eine schönblühende Musacee Westindiens, war schon in der Mitte des vorigen Jahrhunderts bis nach den Molukken vorgedrungen, von wo sie Rumphius als einheimisch beschrieb; das gleiche gilt von manchen Arten der Gattung *Canna*, während andere vielleicht wirklich in der Alten Welt einheimisch sind und nicht erst durch die Mithilfe des Menschen dahin gelangten.

Folgende Pflanzen sind aber kaum durch den Menschen verschleppt worden und finden sich doch an beiden Ufern des wie ein Riesenstrom zwischen der Alten und Neuen Welt sich einschiebenden Atlantischen Ozeans: *Drepanocarpus lunatus, Ecastophyllum Brownei*, beide Leguminosen mit nicht aufspringenden Früchten; *Chrysobalanus Icaco* (die *Icacopflaume*), *Laguncularia racemosa* u. s. w., alle durch sehr harte oder zähe Schutzhüllen um die Keimlinge ausgezeichnet. Dass diese Gestalten, die an oder in der Nähe der Küsten leben, durch die Bewegung des strömenden Wassers fortgeführt und von einem Kontinente zum anderen verschleppt worden sind (hier stets von Amerika nach Afrika), kann als sicher festgestellt gelten. Weniger leicht wird uns erklärlich, wie eine Kaktacee, *Rhipsalis Cassytha*, bis vor kurzem die einzige Art der Gattung auf dem afrikanischen Kontinente und der einzige Vertreter der Familie in der Alten Welt überhaupt, den gleichen Weg nehmen konnte. Freilich sind die Früchte nach Art der *Mistelbeeren* mit

einem sehr zähen Schleime versehen, der vermöge seiner Eigenschaft, die Feuchtigkeit länger zu bewahren, erheblich zur Erhaltung der Keimkraft der Samen beitragen dürfte. Durch ihn wird der Verbreitung in einem Gebiete, das sich von Kamerun und Angola durch ganz Zentralafrika bis nach der Küste des deutschen Ostafrika und nach Natal erstreckt, gewiss der grösste Vorschub geleistet worden sein; vielleicht auch ist durch diese Besonderheit der Früchte die Verbreitung über die Mascarenischen Inseln bis nach Ceylon erklärbar. Ob die Thatsache aber hinreicht, um die Uebersiedlung unter Zuhilfenahme des Vogelfluges von Amerika nach Afrika zu erklären, ist wohl noch zu prüfen, zumal uns die neueste Zeit von noch mehreren Arten derselben Gattung aus Südafrika und Madagaskar Kunde gebracht hat.

Der Transport durch die Meeresströmungen hat auch innerhalb des grossen Beckens des Indischen Ozeans und weit darüber hinaus nach Australien und Polynesien gewissen Pflanzen eine ursprüngliche weite Verbreitung verschafft. Bestimmte Pflanzen begegnen uns an allen Gestaden dieser See, so z. B. gehen *Hibiscus tiliaceus, Calophyllum Inophyllum, Scaevola Koenigii, Heritiera littoralis* von Ostafrika durch das ganze Gebiet; der erstere tritt mit der *Ipomoea biloba* (*I. pes caprae*) überhaupt beinahe an allen Tropenküsten auf. Diese ausserordentliche Verbreitung wird deswegen ermöglicht, weil, wie dahin zielende Versuche auf das Klarste dargethan haben, alle die erwähnten Pflanzen in ihren Früchten ganz besonders für grosse Seereisen eingerichtet sind.

Von einer keineswegs zu unterschätzenden Wirkung für die Verbreitung der Pflanzen sind in den Tropen die regelmässigen, lange anhaltenden Luftströmungen, was besonders in den Hochgebirgsfloren zu Tage tritt. So werden z. B. die Abhänge der Hochgebirge Javas von einer Vegetation bedeckt (*Gentiana quadrifaria, Swertia javanica, Primula imperialis* u. s. w.), die nur in Beziehung zu der Flora des Himalaja steht. Wenn man nun bedenkt, dass bei den Aschentransporten, die von den vulkanischen Ausbrüchen herrühren, Entfernungen von vielen Hunderten von Meilen mit Leichtigkeit überwunden werden, so kann man auch verstehen, dass die zum Teil sehr kleinen und leichten Samen, die nur einen geringen Bruchteil jener Staubkörnchen wiegen, bequem von einem Orte zum anderen getragen werden. Es ist nicht daran zu zweifeln, dass die *Nepenthes-* und *Rhododendron*arten der gebirgigen Gegenden Neuguineas durch den Transport der Samen mit Hilfe des Windes von den malesischen Inseln herbeigeführt worden sind, und dass die so ausserordentlich ausgedehnten Gebiete vieler Sporenpflanzen durch die leichte Beweglichkeit ihrer Fortpflanzungszellen gewonnen worden sind. Damit ist natürlich nicht gesagt, dass die Vögel nicht ebenfalls bei ihrem schnellen Ortswechsel von grösster Bedeutung für die Florenmischungen gewesen sind.

An dieser Stelle soll auch noch ein Wort über die Floren der isolierten Inseln, die uns in diesem Reiche zum erstenmal begegnen, gesagt werden. Im allgemeinen gilt von ihnen, dass sie durch einen

erheblichen Endemismus der Arten und durch eine geringe Artenzahl in den Gattungen ausgezeichnet sind; dabei wächst der erstere mit der Entfernung von benachbarten grösseren Landmassen und mit dem Alter der Isolierung. Ganz besonderen insularen Charakter zeigen in den Tropen Madagaskar und die Sandwichinseln: in jener Insel, wie wir aus der Tierwelt wissen, durch das hohe Alter ihrer Loslösung von Afrika, in diesen durch die abgeschlossene Lage bedingt. Der Prozentsatz der Arten, welche allein diesen Inseln angehören, beträgt über 70 % und wird nur von einem Lande übertroffen, von Westaustralien mit 80 %, das heute zwar im kontinentalen Verbande mit Ostaustralien steht, das aber unlängst seine Inselnatur noch besass und durch die Zwischenschaltung von Landstrecken, die für Pflanzen unpassierbar sind, selbst jetzt noch mit einer Insel verglichen werden kann.

Die endemischen Gattungen stehen zwar mit Gattungen der nächst benachbarten Kontinente oder grösseren Inseln in offenbarer Blutsverwandtschaft, sind aber doch genügend verschieden, um die Trennung von jenen zu erzwingen. Häufig aber sind die insularen Geschlechter einer und derselben Familie so nahe miteinander verwandt oder durch intermediäre Formen verbunden, dass die Trennung unter sich schwierig wird und häufig konventionell bleibt. Das gilt ganz besonders von den Lobeliaceae der Sandwichinseln: *Rollandia*, *Delissea, Cyanea, Clermontia* und *Brighamia*, sämtlich durch ein wahrhaft prächtiges Aeussere gekennzeichnet, sind mit südamerikanischen Gattungen der Lobeliaceae verwandt. In ihnen entwickelt sich eine überaus reiche Formenmannigfaltigkeit, so dass man ebenso leicht die Zahl der Arten vervielfachen, als die jetzt angenommene verringern kann, wenn man die Mehrzahl derselben zu Varietäten herabzudrücken unternimmt. Bei der Durchsicht dieser vielgestaltigen Formen gewinnt man den Eindruck, als ob fast jedes Exemplar ein wenig von dem anderen abweiche, und als ob die ganze Reihe in einer fliessenden Bewegung sei. Aus dieser Erfahrung erklärt sich auch, dass wie die Grenzen der Arten, so auch die der Gattungen nur schwer zu ziehen sein werden. Alle Anzeichen weisen darauf hin, dass die Differenzierung jener Sondergruppen, als die wir die Arten zu betrachten gewöhnt sind, noch nicht vollendet ist, dass sie sich und mit ihnen auch die Gattungen vielmehr mitten in ihrer Entfaltung befinden.

Was von diesen Formen gesagt worden ist, das gilt auch auf den Sandwichinseln von mehreren anderen Gattungen, so namentlich von den zu den Rubiaceae gehörigen *Kadua* und *Gouldia*, von *Plantago*, der altweltlichen *Cyrtandra,* der Rutaceengattung *Pelea.* — Eine besondere Eigentümlichkeit der insularen Pflanzen ist der Verlust aller derjenigen Verbreitungsmittel, welche auf die Ferne abzielen, z. B. aller Flugapparate. Sie würden der Pflanze viel mehr Nachteile als Vorteile bringen, da ein Verwehen in das Meer das Geschick eines hohen Prozentsatzes sein könnte. Dafür entwickeln sich fleischige Früchte auch in den Familien, wo sie sonst ungewöhnlich sind, wie z. B. bei den Labiaten. (Ueber Madagaskar s. S. 672.)

Der Widerstand einer Inselflora gegen Eindringlinge aus anderen Gegenden ist zuweilen nur ein sehr geringer, so sind z. B. die interessanten Vegetationen von St. Helena und Ascension fast ganz zurückgedrängt worden von eingeführten australischen Holzpflanzen und ubiquitären Ruderalpflanzen; ein Bruchteil derselben ist sogar vernichtet worden.

Je näher die Inseln einem Kontinente liegen, und je jüngeren Datums die Abtrennung von diesem ist, desto grösser ist die Uebereinstimmung der Floren mit dem Festlande. Die Zahl der endemischen Arten wird abhängig sein von dem Zeitraume, in dem sich die Vegetation ungestört umbilden konnte, so z. B. haben die Galapagosinseln einen sehr übereinstimmenden Charakter mit Zentralamerika: keine Gattung hat ein so ausgesprochen selbständiges Gepräge, dass sie einen unbedingten Anspruch auf Anerkennung erheben dürfte; die endemischen Arten aber sind sehr zahlreich, wenn sie sich auch zum guten Teile mit kontinentalen Gestalten in Analogie setzen lassen. Diese Inseln sind verhältnismässig alt, jung dagegen ist z. B. Trinidad und zeigt eine solche Uebereinstimmung der Vegetation mit jener der benachbarten Küste des südamerikanischen Festlandes, dass man sie pflanzengeographisch zu diesem und nicht zur Gesamtheit der westindischen Inseln rechnen kann. Jung sind auch, um ein uns näher liegendes Beispiel aus dem früher besprochenen Zonengebiet nachzuholen, Grossbritannien und Irland: ihr Alter ist nicht genügend gewesen, um auch nur eine selbständige Art heranzüchten zu lassen, ausser vielleicht im Gebiete der variablen Gattungen *Rosa, Rubus, Hieracium*, in denen ein einheitliches Mass über den Umfang der Arten bei den verschiedenen Botanikern vorläufig noch nicht eingeführt worden ist.

In den wärmeren Klimaten finden wir noch die weitesten Gebiete, welche von der Hand des Menschen unberührt, eine ursprüngliche Pflanzendecke aufweisen. Zuweilen allerdings ist der scheinbar unberührte Wald doch schon verändert, denn bei dem so üppigen Wachstume der Pflanzen, selbst holziger Gewächse, wird jede Lichtung, welche der Mensch in den Primärwald geschlagen, schleunigst von dem Sekundärwalde occupiert, falls die Sorge für Freihaltung der Rodung nachlässt. Dieser aber setzt sich aus ganz anderen Gewächsen zusammen und bewirkt, dass sich die Wälder oft auf weite Strecken gleich bleiben, und dass die Vegetation, wie in Malesien und Brasilien, zuweilen ein viel einförmigeres Aussehen annimmt als es früher der Gegend eigen war.

Von den Pflanzen, welche in Massen gebaut, in noch viel höherem Grade das Gesicht der Landschaft verändern, ist der *Reis*, die Hauptnahrungspflanze, besonders in Asien, auch in gewissen Distrikten Amerikas von grösster Bedeutung. Er bietet deshalb ein für die Nordländer fremdartiges Bild, weil er in Sumpfkulturen gezogen wird und während des grössten Teiles seines Lebens im Wasser steht. Ueber sein Vaterland ist uns bis heute eine sichere Erkenntnis nicht geworden; die einen meinen, er sei in Nordaustralien heimisch, andere, dass er aus Zentralafrika stamme; und man muss sagen, dass

Oryza punctata aus der letzteren Gegend bis auf die brüchige Spindel keinen erheblichen Unterschied gegen den Kulturreis bietet.

In Amerika und jetzt auch in West- und Zentralafrika ist der *Maniok*, die knollig verdickte Wurzel einer Euphorbiacee (*Manihot utilissima*) das Hauptnahrungsmittel, mit dessen schönen, frischgrünen *Pflanzen* ungeheure Länderstrecken bedeckt sind. Der Wurzel wird durch Wasser ein giftiger Stoff entzogen, worauf sie zerrieben in gebackenem oder gekochtem Zustande gegessen wird. Diese Pflanze stammt, wie wir mit Sicherheit wissen, aus Südamerika; ausser ihr hat das tropische Gebiet noch eine sehr wichtige Brotpflanze geliefert, nämlich den *Mais*, der wahrscheinlich aus Mexiko stammt, obgleich andere seine Heimat nach Columbien verlegen; *Tabak, Bohne* und *Kartoffel* sind als die letzten Geschenke des neuen Kontinentes zu nennen.

Eine sehr charakteristische Vegetation bietet die in so hohem Masse wichtige Brotfrucht der Tropen, die *Banane*, deren riesiger Krautstamm hauptsächlich aus den mächtigen Blattscheiden aufgebaut wird. Ueber die ursprüngliche Heimat der *Banane* können wir gleichfalls nur Vermutungen äussern. Dürfen wir aus dem Vorkommen wilder Arten der Gattung *Musa* auf sie schliessen, so liegt sie in den Tropen der Alten Welt; zu wiederholten Malen ist mit grosser Bestimmtheit die Behauptung aufgetreten, dass die Entdecker von Amerika dort bereits die *Banane* vorgefunden hätten, und diese Mitteilung ist geradezu als ein Beweis für einen früheren Verkehr der Alten und Neuen Welt benutzt worden. Aus der Reihe der Monokotyledonen wäre noch das *Zuckerrohr* namhaft zu machen, dessen Vaterland heute wohl mit Recht in Ostindien gesucht wird.

Von anderweitigen Massenkulturen sind noch die Anpflanzungen des *Kaffees*, des *Thees*, des *Kakaos* und der *Chinawälder* zu nennen, welche alle entweder selbst der Landschaft einen eigenartigen Charakter aufprägen, oder welche durch ihre Schattenpflanzen, d. h. durch schnellwüchsige Holzgewächse, unter deren Schutze die für den Handel wichtigen und von den Sonnenstrahlen gefährdeten Gewächse gedeihen, einen bestimmenden Einfluss auf die Landschaftsbilder ausüben. Als solcher ist der *Korallenbaum* (*Erythrina*) mit seinen prächtigen roten Blüten besonders häufig und auffallend.

B. Das paläotropische Florenreich.

Seine Nordgrenze liegt gegen das extratropische Florenreich in der Linie, die oben für die Osthälfte der Erde angegeben worden ist; nach Süden wird es durch eine Linie begrenzt, die durch das Kapland verläuft, ganz Südasien umfasst, den nördlichen und östlichen Küstensaum von Australien bis in die Breite der Darlingquelle abschneidet, durch die Cookstrasse geht und, indem sie die ganze nördlich gelegene australische Inselwelt umschreibt, nach China zurückläuft. Wir finden in ihr nur Hydromegathermen und Xero-

phyten, auf den Höhen treten aber Mikrothermen auf, die teilweise mit den arktotertiären und glazialen Elementen Verwandtschaft oder Uebereinstimmung zeigen; dabei ist nicht zu vernachlässigen, dass auch Formen des ozeanischen Florenreiches in einzelne Distrikte hinübergreifen (namentlich in Südafrika und Malesien).

X. Das westafrikanische Gebiet.

Seine nördliche Grenze beginnt an der Mündung des Gambia, überschreitet zweimal den Niger, so dass der nördlichste Teil des Bogens, den derselbe beschreibt, ausgeschlossen bleibt, verläuft südlich vom Tschadsee, kreuzt nördlich vom Bahr el Ghasal den weissen und den blauen Nil, schliesst die östlichen Abhänge der abyssinischen Gebirge ein und geht an den Westufern der grossen zentralafrikanischen Seen nach Südwesten, um in nördlich aufsteigender Linie die Kongomündung zu erreichen. Der bei weitem überwiegende Teil der Oberfläche dieses Gebietes ist mit staudenartigen Xerophyten bekleidet, die entweder von Gehölzen durchsetzt sind (*Savanne*, *Campine*) oder nicht, und dann als Kraut- und Grassteppen (besonders mit *Andropogoneae*) erscheinen. Diese Vegetation begegnet nicht bloss in den Distrikten zu beiden Seiten des Kongo, sondern auch in Oberguinea überall da, wo der harte, rote Thonboden (Laterit), der einen so grossen Teil von Afrika kennzeichnet, vorherrscht; als besonders auffallende Erscheinungen unter den Bäumen sind *Adansonia digitata*, der *Affenbrotbaum*, und *Ceiba pentandra* (gewöhnlich *Eriodendron anfractuosum* genannt, der *Baumwollenbaum* oder *silk cotton tree* der Engländer) zu nennen, jener durch seinen unförmlichen Stamm, dieser durch die regelmässige Wirtelstellung der Zweige auffallend; beide werfen in der trockenen Jahreszeit das Laub. Mit ihnen zusammen erscheint im Inneren die auch in Indien vorkommende *Delebpalme, Borassus flabelliformis.* In gewissen Gegenden kann die Savanne sehr kümmerliche Vegetation zeigen (Hungersavanne am Coanza). Die Küsten sind, wenn die Brandung nicht zu stark ist, mit einer üppigen Mangrove bedeckt, die sich hoch in die Flüsse hinaufzieht; am Aequator sind *Pandanus Candelabrum*, *Phoenix reclinata*, *Acrostichum aureum* u. s. w. wichtige accessorische Bestandteile derselben; an den höheren Stellen der Wasserläufe erscheinen Dickichte von *Cyperus Papyrus.* An den Flüssen entlang, besonders auch an den zahlreichen tief in das Land einschneidenden Aestuarien finden sich dichte Urwälder mit häufig stammblütigen Bäumen (darunter viele *Cola*arten, z. B. die medizinisch und ökonomisch wichtige *Cola acuminata*, die *Kolanuss*), vielen Marantaceae, darunter die beerenfrüchtigen *Phrynium*arten, Lianen von Kautschukpflanzen (*Landolphia florida*, die besser *L. comorensis* genannt wird), *Eremospatha Barteri*, von der Tracht der asiatischen *Rotang*palmen, *Rhaphia vinifera* und anderen Arten dieser Palmengattung, vielen Epiphyten aus den Familien der Orchidaceae, Begoniaceae, der im tropischen Amerika verbreiteten *Cassytha* und *Rhipsalis*, einer Cactacee mit bindfadendicken Zweigen.

Von der Mündung des Aruwimi zieht sich ein zusammenhängender, schwer zu passierender Urwald bis zum Albert Nyanza. An der Westseite ist *Elaeis guineensis*, die *Oelpalme*, derjenige Baum, der aus seinen Früchten das Palmöl als wichtigstes Handelsprodukt liefert; eine andere Oelpflanze ist die aus Amerika eingeführte *Arachis hypogaea* (*Peanut* der Engländer) mit unterirdisch reifenden Früchten, ebenso verhält sich *Voandzeia subterranea*. Als Kulturgewächse sind ferner *Bananen*, *Cassada* (*Manihot utilissima*), sowie *Caladium esculentum* von Bedeutung. Der *Liberiakaffee* (*Coffea liberica*) wächst hier wild und wird wie *Coffea arabica* und *Kakao* in Plantagen vielfach gebaut.

In dem Kamerungebirge und dem gegenüberliegenden Clarence Pik der Insel Fernando Po erhebt sich das Land bis auf 4200 bezw. 3100 m. Die Urwaldregion steigt bis ca. 2200 m auf, dann folgen Grasländereien mit zahlreichen Bäumen, Sträuchern und Stauden (*Hypericum angustifolium*, *Leucothoë angustifolia*, *Pittosporum Mannii*, *Pentas occidentalis*, *Geranium simense*, *Laggera alata*, *Gynura vitellina* u. s. w.; bis 3200 m geht *Succisa pratensis*; *Ericinella Mannii* und *Adenocarpus Mannii* erreichen auf den Lavafeldern 3500 m Höhe, später noch verschwinden *Helichrysum foetidum*, *Blaeria spicata* und *Sagina abyssinica*, bis endlich, bei 4000 m *Senecio clarenceanus* und *Cerastium vulgatum* als die letzten Phanerogamen übrig bleiben. Europäische Formen sind ziemlich zahlreich; einige von ihnen, wie *Sanicula europaea* und *Galium Aparine* treten dabei in viel tieferen Regionen (bis 2000 m) auf.

XI. Das afrikanisch-arabische Steppengebiet.

Dieses sehr umfangreiche Gebiet wird im Norden von dem extratropischen Florengebiete in seiner Ausdehnung vom Atlantischen Ozean bis zum Hindukusch begrenzt. Wir zählen folgende Länder dazu: die Sahara, das Bergland von Abyssinien, Ost- und Südafrika, soweit es nicht zum vorigen Gebiete rechnete; nicht minder muss das südliche Kapland in Abzug gebracht werden. Auch in ihm nehmen die Xerophyten den grössten Teil ein, während wieder dort, wo genügende Bewässerung vorhanden ist, die Hydromegathermen ein beträchtliches Kontingent stellen. Bei genügender Erhebung des Terrains (Abyssinien, die ostafrikanischen Aequatorialgebirge) unterscheiden wir die tropische, subtropische, boreale und alpine Region; arktisch-alpine Pflanzen fehlen.

1. Die nordafrikanisch-arabisch-indische Steppenprovinz.

Die Vegetation ist oft so kärglich, dass die Steppe, bezw. die Savanne, in die schliesslich jeder Vegetation entbehrende Wüste übergeht. Stachelige, blattarme Xerophytenbüsche sind vorherrschend; unter ihnen sind folgende besonders erwähnenswert: *Retama Raetam*, eine Leguminose von ephedroider Tracht, ebenso *Leptadenia*

pyrotechnica, dann *Ephedra, Calligonum, Capparis aphylla* und manche Halophyten bilden die sogenannte Sodadaformation; selbst Gräser werden so stachelig, dass sie gefährlich verletzen, z. B. *Aristida pungens, Vilfa spicata, Panicum turgidum, Pennisetum distichum*; sie wachsen sämtlich in dichten, vereinzelt stehenden Gruppen. Eigentümliche, sehr hygroskopische Xerophyten sind die Crucifere *Anastatica hierochuntica*, die *falsche* und die kleine Composite *Odontospermum pygmaeum*, die *echte Rose von Jericho;* sonst sind allgemein verbreitet von Stauden die bittere *Koloquinte* (*Citrullus Colocynthis*), der *Oschur* (*Calotropis procera*, dessen schön gefärbte Früchte den wahren Sodomsapfel darstellen); auch der *Suak* (*Salvadora persica*), ein grauer, weidenartig aussehender Strauch ist häufig. In den Oasen, welche sich um lokale Wasseransammlungen bilden, ist eine durch rationelle Bewässerung bewirkte Kultur von Cerealien, besonders *Weizen*, *Neger-* und *Mohrhirse* oft sehr gewinnbringend, ausserdem ist dieses Gebiet das Vaterland und die Hauptzuchtstätte der *Dattelpalme*. Soweit in Aegypten die Bewässerung durch den Nil reicht, gestattet diese einen üppigen und vielseitigen Ackerbau (auch *Baumwolle* und *Zuckerrohr*). Im Süden finden sich ausgedehnte Grasfluren hoher *Andropogoneae* mit eingestreuten *Dumpalmen* (*Hyphaene thebaica*), zu denen sich auch der *Affenbrotbaum* gesellt; charakteristisch sind ferner die lichten Wälder der *Akazien* mit schirmförmiger Krone, aus denen das beste arabische Gummi gewonnen wird (*Acacia Seyal* und *A. Senegal*).

Arabien lehnt sich mit Ausnahme der Jemenischen Landschaft in seiner Vegetation ganz an die Sahara an, hat aber, begünstigt durch reichere Niederschläge, viele ausgedehnte Weidelandschaften im Innern. Nicht minder sind die Landschaften am Indus wegen ihrer Pflanzendecke in diese Provinz zu rechnen, denn viele ihrer charakteristischen Pflanzenformen stimmen mit denen von Afrika und Arabien überein, z. B. *Calotropis procera, Leptadenia pyrotechnica, Sarcostemma viminale, Salvadora persica* u. s. w.; die an den Flussläufen erscheinende Pappel (*Populus euphratica*) ist bis nach Algier verbreitet.

2. Die abyssinische Provinz.

Sie umfasst das eigentliche abyssinische Hochland, ausserdem aber die arabische Landschaft Yemen, das Somaliland und die tropischen ostafrikanischen Aequatorialgebirge. Aus einem Gürtel von Hydromegathermen erhebt sich — in etwa 1600 m Höhe — das eigentliche Bergland, das in eine subtropische Region, Woëna Dega, bis 2400 m, die obere Dega bis 3900 m (Grenze des Gerstenbaues) und die alpine Dega zerfällt. Von Charakterpflanzen der oberen Dega verdienen *Juniperus procera* neben *Podocarpus falcata* Erwähnung; in der alpinen Region treten boreale Gattungen auf, wie z. B. viele Arten von *Alchemilla, Ranunculus, Thalictrum, Galium*, sowie *Cardamine pratensis* und *C. hirsuta, Nasturtium officinale, Sanicula europaea*. In ihr erscheint auch *Hagenia abyssinica*, der *Kusso-* oder *Kosobaum*; in der wärmeren Region ist *Coffea arabica* verbreitet, die übrigens durch

das ganze Afrika bis nach der Westküste gefunden wird; von nutzbaren Hölzern sind noch die dichte Wälder bildende *Olea chrysophylla* zu erwähnen. In den flacheren Gegenden finden sich zahlreiche Sukkulenten, wie das giftstrotzende *Adenium obesum* mit zuckerhutähnlichem Stamme, sonst mehrere mit *Stapelia* verwandte Formen: zahlreiche Kakteen-ähnliche *Euphorbien* u. s. w. Das gegenüberliegende Arabien stimmt ebenso wie Sokotora in auffallender Weise mit dem nach dem Meere abfallenden Teile Abyssiniens überein. Im Somaliland ist die Heimat der *Myrrhen-* und *Weihrauchbäume* (*Commiphora Schimperi*, *Boswellia Carteri*).

Am Kilimandscharo sind die Verhältnisse sehr ähnlich; die unterste Region reicht bis 1900 m; bis 2800 m reicht die Region des zusammenhängenden Waldes; doch kommen baumartige Ericaceae und Proteaceae noch bis 3100 m vor (*Protea kilimandscharica, Ericinella Mannii, Blaeria glutinosa*); *Erica arborea* und *Hypericum lanceolatum* bilden die letzten Gehölze bei 4000 m; die letzten Stauden (*Senecio Serra*, *S. Meyeri Johannis*, *Anagallis Quartiniana*) verschwinden bei 4700 m. Sehr auffallend sind auch die Beziehungen zu dem Kamerungebirge: nicht wenige Arten sind völlig übereinstimmend.

3. Die südafrikanische Provinz.

Die gemeinschaftlichen Beziehungen zwischen West- und Ostafrika, sowie den Gegenden nördlich vom Kapland zeigen sich immer mehr, je weiter die Flora bekannt wird: quer durch Afrika geht in der Breite des oberen Zambesilaufes ein Gebirgssystem, das, wie es scheint, den Austausch der Floren beider Küsten wesentlich begünstigt hat. Südlich dagegen hat das Steppen- und Küstengebiet der Kalahari dahin gewirkt, dass sich im Südwesten die sehr eigentümliche Flora des Nama- und Damaralandes abgeschlossen erhielt; besonders bemerkenswert ist hier die niedrige, plumpe, kurzsäulen- oder tischförmige Gymnosperme *Welwitschia mirabilis,* welche nach den Kotyledonen nur ein Blattpaar erzeugt, das sich das ganze Leben hindurch erhält, und die *Nara, Acanthosicyos horrida*, eine Cucurbitacee mit essbaren Früchten. Nicht minder hat das Kapland seine besonders reiche endemische Flora, einzelne Arten, z. B. von *Erica*, haben dabei eine äusserst beschränkte Verbreitung; sonst sind zahlreiche Sukkulenten (*Mesembrianthemum*, *Crassula*, *Cotyledon*, *Euphorbia*, *Stapelia*, *Pelargonium*, *Aloë*) und immergrüne xerophytische Sträucher (*Phylica*, *Rutaceae*, *Proteaceae*), teilweise ganz sicher altozeanischen Ursprunges, neben unzähligen Stauden und Halbsträuchern (*Compositae*, besonders *Helichrysum*, *Rubiaceae*, *Labiatae*, *Thymelaeaceae* u. s. w.) vorhanden.

Ueberall dort, wo genügende Feuchtigkeit ist, kann die Vegetation einen üppigen Urwaldscharakter annehmen, wie z. B. in dem Gebiete von Natal, das vom 30. Breitengrade durchschnitten wird. Die Wälder werden von *Podocarpus* und *Widdringtonia,* letztere zu einer Gattung zählend, die im Tertiär auch Europa angehörte, zusammengesetzt. Cycadaceae sind häufig, z. B. *Encephalartos*, *Stangeria para-*

doxa, welche lange für ein Farnkraut gehalten wurde; von Hochstauden ist die Gattung *Strelitzia* zu erwähnen.

XII. Das malagassische Gebiet.

Wir begreifen unter diesem Gebiete alle ostafrikanischen Inseln. Die grösste derselben, Madagaskar, hat auf der trockeneren Westseite eine ausgesprochene Hinneigung zu den mehr xerophytischen Vegetationsverhältnissen des benachbarten Festlandes, auf der Ostseite wird der Charakter in höherem Masse durch Hydromegathermen bestimmt. Im Innern sind die afrikanischen Hochgebirgsformen, welche am Kap häufig zu Pflanzen der niederen Gelände werden, vertreten, z. B. die Gattungen *Anthospermum*, *Ericinella* u. s. w. Zahlreich sind die Beziehungen zu dem Monsungebiete und zwar nicht allein zu dem benachbarten Ostindien, sondern auch zu den südlicheren Inseln und zu Australien; von den östlichen Mangrovepflanzen finden hier viele ihre Grenzen (*Carallia, Bruguiera* u. s. w.), ausserdem gehören zu den malesischen Gattungen *Elaeocarpus, Nepenthes, Ochrosia;* nach Australien dagegen zeigt die Verwandtschaft von *Ruelingia macrantha, Acacia heterophylla* und mehreren *Alyxia*arten*;* sehr merkwürdig ist die nahe Beziehung einzelner Arten, zuweilen sogar die völlige Uebereinstimmung mit südamerikanischen Pflanzen (z. B. das Gras *Melinis minutiflora*); diese Gewächse und die vorhin genannten können kaum anders angesehen werden, als dass sie zu den Formen des altozeanischen Florenreiches gehören.

Die Zahl der Endemismen, darunter auch die der endemischen Gattungen, ist sehr gross, man zählt der letzteren schon mehr als 100; erwähnenswert sind von jenen: *Ravenala madagascariensis,* eine prächtige Musacee mit gestielten, grossen, zweizeiligen Blättern (der *Baum der Reisenden,* weil man aus den Blattstielen Wasser zapfen kann); *Ravensara aromatica,* eine in allen Teilen Gewürznelken-artig riechende Lauracee; *Lodoicea Seychellarum,* die *Meercocos*, ist nur von den Seychellen bekannt, ihre Früchte sollen 10 Jahre zur Reife brauchen. Die Familie der *Chlaenaceae* gehört ausschliesslich in dieses Gebiet.

XIII. Das vorderindische Gebiet.

Es umfasst Vorderindien bis zu den Steppen am Indus und den Südabfall des Himalaja, ferner die Insel Ceylon. Auch in diesem Gebiete gehört den Savannen der bei weitem grösste Teil zu; Hydromegathermen treffen wir auf der Westseite von Vorderindien, an den Abhängen des Ghâts und auf derselben Seite der Insel Ceylon, in beiden Distrikten bilden sie dichte, zusammenhängende Urwälder. Die höchsten Erhebungen begegnen uns auf Ceylon, doch ist auf ihnen nur noch die boreale Region entwickelt. Auf dieser Insel sind besonders die im Westen nnd Süden auftretenden *Cocos*wälder von

charakteristischer Bedeutung. Von Kulturpflanzen sind erwähnenswert der *Zimt*, welcher als der beste gilt; neuerdings werden in ausgedehntem Masse die *China*bäume (besonders *C. succirubra* und *C. Ledgeriana* mit dem reichsten Chiningehalt) und der *Thee* kultiviert. Der *Kaffee*baum hat sehr von dem parasitischen Pilze *Hemileia devastatrix* zu leiden. — An der Westküste Vorderindiens mit reichlicherer Bewässerung begegnen uns immergrüne Wälder mit zahlreichen Palmen. Die wichtigsten sind *Caryota urens* und *Corypha umbraculifera*, die *Talipot*palme; die letztere treibt nur einen einzigen, riesigen Blütenschaft und stirbt dann ab, um durch Seitentriebe aus dem Grunde erneuert zu werden; auf ihre Blätter sind die heiligen Schriften der Buddhisten geschrieben.

In Dekkan herrscht der regengrüne Laubwald vor, zusammengesetzt aus *Santalum album* (*Sandelholz*), *Tectona grandis* (*Teakholz*), *Acacia Catechu* (welche das *Catechuharz* liefert); unter den Palmen sind *Borassus flabelliformis* und *Phoenix silvestris* die bezeichnendsten; im Zentrum finden sich neben Savannen auch ausgeprägte Kraut- und Grassteppen, die oft mehrere Monate wie versengt erscheinen, mit vielen Salzstellen; zu ihnen gehören auch die Dschungels. Der Niederschlag ist in einzelnen Gegenden so gering, dass ein grossartiger Betrieb der Salzgewinnung aus im Sommer versiegenden Salzseeen stattfindet.

XIV. Das Gebiet des tropischen Himalaja.

Wir verstehen unter diesem Gebiete jenen schmalen Streifen am Südabhange des Himalaja, der am Sadladsch beginnt, unter einem rechten Winkel dort, wo der Brahmaputra den Himalaja durchbricht, sich nach Süden wendet und nördlich vom Menam das Meer erreicht. Durch lokale Exposition bedingt, entwickelt sich nördlich vom Wendekreis des Krebses nahe am 30° n. Br. eine Vegetation aus Hydromegathermen im dichtesten Urwalde mit Epiphyten und Lianen, wie sie üppiger am Aequator kaum gefunden wird. Die wichtigsten Bäume, welche diese Wälder zusammensetzen, sind *Dalbergia Sisso*, *Shorea robusta* und *Acacia Catechu*; dazu kommen die hochaufsteigenden *Calamus*arten (*Stuhlrohr*, *Rotang*), *Orchidaceae*, *Araceae*, *Begonien*, im östlichen Teile sind *Ficus elastica* (der in den Zimmern kultivierte *Gummibaum*), *Gnetum scandens* (eine kletternde Gymnosperme und *Cycas pectinata* von Bedeutung. In den höheren Lagen treten die formenreichen, prachtvoll blühenden *Rhododendren* hinzu.

XV. Das ostasiatische Tropengebiet.

Der grösste Teil des Hauptkörpers von Hinterindien, sowie das anstossende China setzen dieses Gebiet zusammen. Auch ihm fehlen im Zentrum die Savannen keineswegs, wenn auch der Masse nach die Megathermen in den Ebenen den Hauptbestandteil ausmachen.

An vielen Stellen aber treten hohe Gebirgszüge ein, welche die Flora nach den Regionen bis zur borealen, dort wo der Anschluss an den Himalaja gewonnen wird, zur arktisch-alpinen Vegetation gliedern. Besonders reich finden wir in der Provinz Sze-tchwan die Gattung *Rhododendron* entwickelt, deren Arten bis zu 3000 m aufsteigen und teilweise epiphytisch leben. Unter den Stauden ist der Reichtum an Arten der Gattungen *Primula, Pedicularis*, *Gentiana* mit 40 % Endemismen in Yunnan auffallend. In diesem Gebiete liegen die besonders wichtigen Vorkommnisse des *Rhabarbers*, und auch der *Thee*strauch scheint hier heimisch zu sein.

XVI. Das malayische Gebiet.

Es ist hauptsächlich ein Gebiet der Inseln; von den Festländern werden nur die schmalen Küstenstreifen des westlichen Hinterindien und Malakka, sowie der Nordrand des Australkontinentes dazu gerechnet; somit dehnt es sich aus von Sumatra bis zu den Fidjiinseln und im Norden bis zu den Philippinen. Vorherrschend sind besonders auf mehr oder weniger breiten Küstenstrichen, die sehr häufig von einer formenreichen Mangrove umgeben werden, Hydromegathermen in Urwaldbeständen (*Ficus, Anonaceae, Sterculia, Durio, Garcinia* u. s. w.), mit zahlreichen Lianen (*Calamus*) und den grossblütigen Schmarotzern der Gattung *Rafflesia* (*R. Arnoldii* hat die grösste bekannte Blüte). Dem höheren Aufsteigen der Gebirge entsprechend entwickelt sich eine subtropische Region, vorzüglich aus Myrtaceae (*Eugenia*), Lauraceae (*Litsea*), *Symplocos, Quercus,* Dipterocarpaceae und ähnlichen Formen zusammengesetzt. In weiterer Höhe erscheinen dann *Rhododendren, Vaccinien* in Wäldern von *Podocarpus*, aber auch boreale Gattungen wie *Gentiana, Swertia, Ranunculus* sind im Westen, *Galium* und *Epilobium* auf Neuguinea vertreten. Dort, wo die Niederschlagsmengen zu ungenügend sind, um eine immergrüne Vegetation zu ermöglichen, treten Savannen auf, in denen dem Alang-Alanggrase (*Imperata arundinacea*) die wichtigste Rolle zukommt.

In dieses Gebiet treten einige altozeanische Geschlechter ein, die an Zahl nach Osten und Süden zunehmen. Am weitesten verbreitet ist *Casuarina equisetifolia*, welche bis nach Afrika geht; von Coniferen sind *Phyllocladus* auf dem Kinabalu in Borneo und auf Celebes, auf der letzteren eine neuerdings aufgefundene Art von *Libocedrus*, und auf Neuguinea *Araucarien* zu erwähnen; sonst gehören *Melaleuca, Eucalyptus, Coprosma, Leptospermum, Scaevola* zu diesen Gattungen. Die Zugehörigkeit von Nordaustralien wird durch eine grosse Zahl von Pflanzen belegt, die bis dorthin vordringen, wie *Bombax malabaricum, Micromelum pubescens, Brucea sumatrana, Berrya Amomilla, Carapa moluccensis.* — In dem malayischen Gebiete sind eine Reihe von Kulturpflanzen heimisch, die einst für den Handel von noch grösserer Bedeutung waren als heute: *Caryophyllus aromaticus*, der *Gewürznelkenbaum,* und *Myristica fragrans,* der *Mus-*

katnussbaum, von den Molukken, *Piper nigrum*, die *Pfefferliane, Zingiber officinale*, der *Ingwer, Curcuma longa*, die *Curcumapflanze.* Die Blätter, bezw. Blütenkätzchen von *Piper Betle*, werden mit einem Stück der *Areca*nuss und gebranntem Kalk allgemein gekaut; von Knollenpflanzen kommen der *Yams* (*Dioscorea sativa*) und der *Batate* oder *süssen Kartoffel* (*Convolvulus Batatas*) die grösste Bedeutung zu; im Osten ist *Metroxylon Rumphii* (die *Sagopalme*) die wichtigste Brotpflanze, deren Stärkemehl aus dem Stamme ausgewaschen wird.

XVII. Das Araucariengebiet.

Wir rechnen hieher den Ostrand des Australkontinentes in der Ausdehnung von Queensland, die Norfolkinseln, Neukaledonien und die Nordinsel von Neuseeland. In diesem Gebiete halten sich die paläotropischen und altozeanischen Florenelemente nahezu die Wage, im Süden mögen sie sogar überwiegen, doch kommen noch so viele Elemente des paläotropischen Gebietes in Rechnung, dass sie jenem angereiht werden mögen.

Für die *Araucarien*, nach welchen das Gebiet den Namen erhalten hat, liegt der Mittelpunkt der Verbreitung auf Neukaledonien (*A. Rulei, A. Cookii* u. s. w.), auf den Norfolkinseln ist *A. excelsa* (die *Norfolkfichte*), in Ostaustralien *A. Bidwillii* aus der Verwandtschaft der südamerikanischen *A. imbricata*, auf der Nordinsel von Neuseeland *Agathis Damara* verbreitet, die jetzt auf der Südinsel fehlt.

Die Formationen sind je nach den verschiedenen Teilen wechselreich; in Australien herrscht die *Eucalyptus*savanne entschieden vor, die hauptsächlich aus Xerophyten besteht; ebenso ist Neukaledonien in weiten Distrikten von xerophytischen Pflanzen bedeckt. Die Norfolkinseln zeigen dagegen in der Vegetation schon entschiedener die Spuren eines feuchten Klimas; und noch mehr gilt dies von der Nordinsel Neuseelands, wo dann auch die Farne in höchst eigentümlicher Weise die Oberhand gewinnen. Alle diese Gebiete, insonderheit aber Neuseeland und Neukaledonien, sind reich an endemischen Formen, bei jener Insel ist der Artendemismus, bei dieser auch der der Gattung entwickelt.

XVIII. Das polynesische Gebiet.

Die durch die auffallende Spärlichkeit an Arten bei einer oft ausserordentlichen Ueppigkeit gekennzeichnete Flora dieses Gebietes enthält in erster Linie paläotropische, in zweiter altozeanische Elemente; geringer jedoch ist die Zahl derjenigen Formen, welche sich an amerikanische anlehnen, sobald wir von den Pflanzen absehen, welche durch die Mitwirkung der Menschen verstreut worden sind. Allen fast gemeinsam sind die durch die Meeresströmungen von Asien her verbreiteten Pflanzen wie *Cocos, Caesalpinia Bonduc,*

Abrus precatorius (mit den bekannten schwarzroten Samen, *Paternosterbeeren*), *Inocarpus edulis* (eine Leguminose, deren Samen gegessen werden), *Hibiscus tiliaceus* u. s. w. Befremdlich ist, dass die Zahl der endemischen Formen auf diesen zahllosen, allerdings durchschnittlich nur kleinen, aber doch isolierten Inseln so sehr gering ist.

XIX. Das Gebiet der Sandwichinseln.

Gerade das Gegenteil von dieser Geringfügigkeit eigentümlicher Formen lernen wir auf den Sandwichinseln kennen; auf diesem Archipel sind nicht weniger als 75% sämtlicher Arten Formen, die nirgends weiter beobachtet werden. An der Zusammensetzung der Flora beteiligen sich paläo- und neotropische, altozeanische und boreale Elemente. Sehr eigentümlich sind besondere Beziehungen zu den Mascarenen, die z. B. durch den häufigsten Waldbaum *Acacia Koa* ausgedrückt werden, der nur mit *A. heterophylla* von Bourbon verwandt ist; auch *Carex Commerçoniana* und *Boehmeria stipularis* finden sich an beiden Orten. Die schon oben (S. 665) erwähnten formenreichen Geschlechter der Lobeliaceae weisen nach Südamerika, eigenartige Urticaceen- und Labiatengattungen (*Touchardia*, *Neraudia, Pipturus, Phyllostegia* u. s. w.), auch Thymelaeaceae (*Wikstroemia*) nach Asien; *Coprosma*, *Cyathodes* sind altozeanische, *Drosera longifolia*, *Bidens, Plantago* mögen als Arten und Gattungen der borealen Flora gelten.

Die Formationen sind je nach der lokalen Exposition verschieden; während auf der Windseite eine üppige Vegetation immergrüner Gehölze den Charakter ausmacht, liegen im Windschatten trockenere Gebiete mit spärlicher Flora. Die Höhenregionen wechseln ebenfalls; auf Hawaii gestatten z. B. die Lavafelder des Mauna Loa schon bei 2000 m Höhe keine Vegetation mehr, während sich an den Abhängen des losen Schotters am Mauna Kea bis über 3000 m sogar noch 10 m hohe Bäume (*Sophora chrysophylla*) und bis fast 3600 m überhaupt noch Phanerogamen finden.

C. Das neotropische Florenreich.

Die Grenzen gegen Norden liegen auf der Scheide zwischen den amerikanischen Freistaaten und dem mexikanischen Hochlande; das Gebiet umfasst ganz Mittelamerika und von Südamerika den allergrössten Teil; wir schliessen nämlich nur den chilenischen Küstenstreifen vom 35° an bis zum Feuerlande aus. Das neotropische Florenelement ist vorwiegend, doch sind selbst an den südlichsten Teilen boreale und einige wenige arktisch-alpine Gestalten vorhanden; nicht minder spielt das altozeanische Element in einzelnen Gegenden, wenn auch bei weitem nicht mit der Bedeutung, die uns in dem paläotropischen Florenreiche offenbar wurde, hinein.

XX. Das Gebiet des mexikanischen Hochlandes.

Schon oben bei der Besprechung des pacifischen Nordamerikas und bei dem Prairiegebiet wurde auf die enge Beziehung zu dem benachbarten Mexiko hingewiesen. Dies gilt ganz besonders von den anstossenden Steppen, in denen die Cactaceae als die charaktergebenden Pflanzen auftreten; hier liegt der Mittelpunkt ihrer Verbreitung, und die Zahl der Arten kann wohl auf nahe an 1000 geschätzt werden. Besonders bemerkenswert ist der mächtige bis 20 m hohe und 30—40 cm im Durchmesser haltende, spärlich verzweigte *Cereus giganteus* am unteren Rio Gila. Weiter im Süden lassen sich bis zum Plateau von Anacahuitl drei Regionen unterscheiden, welche von den Eingeborenen tierra caliente, tierra templada und tierra fria (das heisse, gemässigte und kalte Land) genannt werden. Nach einem Waldsaume an der sumpfigen, ungesunden Küste, aus Mangroven und Hydromegathermen gebildet, folgt in der tierra caliente eine Savannenzone bis etwa 1000 m Erhebung; in viel höherem Masse sind aber die Xerophyten auf dem allmählich abfallenden pacifischen Abhange entwickelt, wo sich zu den schon früher erwähnten Cactaceae die *Echeverien* und besonders die *Agaven* und *Fourcroyen* gesellen. *Agave americana*, die *Maguey*, wird überall des Pulque, eines berauschenden Getränkes willen gebaut. Wenn die Pflanze sich anschickt, den riesigen Blütenstand zu treiben, wird die Knospe ausgeschnitten; der in der Vertiefung sich sammelnde Saft wird vergoren. Die üppigste Vegetation ist in der tierra templada; hier herrscht ein Mischwald aus Hydromegathermen (*Bombax, Lauraceae, Palmen, Cycadaceae*), Epiphyten, Lianen, dem sich Eichen und Nadelhölzer zugesellen (*Pinus religiosa, P. Montezumae* mit fusslangen Nadeln). Höher in den Bergen nehmen die Nadelhölzer überhand, auf die dann eine Strauchvegetation von *Stevia*arten folgt; sie steigt bis über 4000 m auf, und darüber ist eine alpine Region mit Staudenmatten entwickelt, in der viele boreale Gattungen vorkommen (*Thalictrum*, *Ranunculus, Aquilegia, Draba, Stellaria*, darunter *St. nemorum*, u. s. w.).

Die Halbinsel Yukatan ist zum grössten Teil Steppe und Savanne, auf der Westseite aber ziehen sich tropische Küstenwälder hin, in denen *Haematoxylon campecheanum*, das *Blauholz* und *Swietenia Mahagony*, das *Mahagoniholz*, geschlagen werden. In Costa Rica fehlen die weit ausgedehnten Nadelholzwaldungen, und der Strauchgürtel der *Stevien* wird durch *Vaccinium*- und *Pernettya*arten vertreten, auf den die Alpenmatten folgen.

In diesem Gebiete ist die Zahl der kultivierten Nutzpflanzen sehr gross. Die trockeneren Distrikte werden zum Anbau mehrerer Faserpflanzen ausgenutzt, z. B. der *Ananas*, des *Sisal* (*Agave*arten) u. s. w. Die *Vanille* und der *Kakao* sind hier heimisch und werden in den heisseren Gegenden häufig gebaut, von Tropenfrüchten werden die *Avocadobirne* (*Persea gratissima*) und die *Anonen*, z. B. *A. squamosa* (*Soursop*) kultiviert.

XXI. Das Gebiet des tropischen Amerika.

Wir rechnen in dieses Gebiet Westindien und von Südamerika Brasilien mit dem nördlich anstossenden Guiana, sowie Venezuela und einen Teil von Columbien. In ihm wiegen die neotropischen Elemente vor, spärliche paläotropische Formen treten hinzu, von den borealen und altozeanischen ist noch weniger vorhanden.

1. Die Provinz Westindien.

Sie begreift den zentralamerikanischen Archipel einschliesslich der Bahamainseln; gewöhnlich wird Trinidad ausgeschlossen und als ein Anhängsel des Festlandes betrachtet, zu dem es auch die reichsten Beziehungen zeigt. Florida wird jedoch, im südlichen Teile wenigstens, besser mit Westindien verbunden. Ueberall wo genügende Bewässerung vorhanden ist, haben wir eine üppige Hydromegathermenvegetation; doch sind die Gebirge häufig sehr scharfe Klimascheiden, so dass die Länder auf der Leeseite eine ausgesprochene Savannenformation zeigen (besonders in Cuba und Jamaica); viele Inseln, wie z. B. Cuba, sind zum grössten Teile von der Kultur beansprucht und in der Vegetation sehr verändert.

In den Savannen treten *Ceiba pentandra* (der auch in der Alten Welt weit verbreitete *Baumwollenbaum*), *Ochroma Lagopus*, dessen Früchte einer Hasenpfote gleichen, *Guajacum officinale*, welches das offizinelle *Lignum sanctum* liefert, auf; von Palmen, die wenig zahlreich sind, ist *Oreodoxa regia* besonders bemerkenswert. Ueber dem Tropenwalde liegt eine Bergregion zwischen 1200 und 2300 m, in der Baumfarne, Myrtaceae und vor allem die *Pinus occidentalis* in gewissen Gegenden gedeiht. Auf Haïti und Jamaica erscheint in noch höheren Lagen eine Hochgebirgsregion, in der die Arten von *Hieracium*, *Chimaphila*, *Ranunculus* und *Carex* sehr entschieden an nordamerikanisch-boreale Formen herangehen, während eine *Valeriana* sich den andinen Arten nähert.

Die Zahl der Endemismen ist trotz der Nähe des Festlandes auffallend gross: über 100 Gattungen mit meist einer Art kommen ausschliesslich auf diesen Inseln vor, und die endemischen Arten machen über 50% aus.

Unter den Kulturpflanzen kommt dem *Tabak* eine sehr hohe Bedeutung zu, von welchem bekanntlich in Cuba die am meisten geschätzten Sorten wachsen; ebenso ist der Bau des *Kaffees*, *Zuckerrohres*, *Kakaos*, auch der *Baumwolle* von Wichtigkeit, wenn auch in dem benachbarten Nordamerika die Kultur der letzteren viel umfangreicher geworden ist.

2. Die subandine Provinz.

Hieher gehört Panama, der niedrigere Teil von Columbien und an ihn sich anschliessend der schmale Streif des nach Brasilien ab-

fallenden andinen Vorlandes, sowie der Küstensaum von Venezuela. In den minder hohen Gebieten wiegen die Hydromegathermen durchaus vor, welche mit Palmen reichlich durchsetzt sind, auch verlegt man hieher das Vaterland der *Kokospalme*: charakteristisch ist die *Elfenbeinnuss, Phytelephas macrocarpa*, eine niederstämmige Palme mit grossen, kugelrunden Fruchtständen. Echte *Cinchonen* fehlen, wenn auch benachbarte Gattungen vorkommen, von denen die eine Art, *Remijia Purdieana*, sogar Chinin enthält. Höhere Gebirgsketten fehlen keineswegs, die Silla de Caracas steigt aus der Ebene bis 2700 m, die Sierra Nevada da Santa Martha bis 5200 m auf. An der ersteren erhebt sich der Urwald bis über 2000 m, dann findet sich niedrigerer Busch, am Gipfel erscheinen vereinzelte Krüppelsträucher, *Rubus*, beerenfrüchtige *Ericaceae* und viele Stauden; die Stelle der *Rhododendren* nimmt die Gattung *Bejaria* ein.

3. Die nordbrasilianisch-guianensische Provinz.

Südlich von dem eben besprochenen Gebiete und zwar von jener Silla de Caracas bereits an ziehen sich die weiten Savannen von Venezuela mit ihren vorwiegend xerophytischen Pflanzen, hohen Gräsern, laubwechselnden Bäumen hin; auf weite Strecken begleiten sie den mächtigen Orinoko, indem sie unfern seiner Ufer beginnen. Auch im eigentlichen Guiana fehlen sie nicht, und auf den höheren Gebirgen (am besten ist das Roraimagebirge bekannt) sind die Páramos ebenfalls hauptsächlich mit xerophytischer Vegetation bestanden, der eine Strauchzone vorausgeht. Ein grosser Teil der Provinz ist aber von Hydromegathermen in den dichtesten Urwaldbeständen bedeckt, welche sich vom Orinoko an der natürlichen Kanalverbindung des Cassiquiare entlang nach dem Amazonenstrom und weit an seinen Zuflüssen herauf verfolgen lassen. Der grösste der südlichen und der gewaltigste der Tributäre überhaupt, die Madeira, steht dann, zum mindesten bei Hochwasser, in ähnlicher natürlicher Verbindung mit dem La Plata. Dieses Gebiet nannte Martius die *Hylaea*. Die Bäume erreichen oft einen ungemein grossen Umfang und werden häufig durch brettartige Wurzeln gestützt (*Ficus grandaeva*, *Bertholletia excelsa* u. s. w.); herrschend sind *Moraceae*, *Euphorbiaceae*, *Rubiaceae*, häufig in den Blüten unansehnlich, oder doch so hoch blühend und in den Wipfeln mit den häufig auffallenden Blüten der Epiphyten und Parasiten vergesellschaftet, dass der untere Wald einen keineswegs farbenreichen Eindruck hervorruft. An lichteren Stellen oder den dichten Wald überwachsend, erscheinen zahlreiche Palmen; auf den stillen Wasserflächen trifft man *Victoria regia*. Die Urwaldzone schiebt sich wie ein breiter Keil zwischen die Savannen und Steppenlandschaften des Nordens und Südens, so dass zwischen diesen ein Florenaustausch nicht stattfinden kann. Plantagenbau aller Art wird, immer weiter in das Innere dringend, getrieben; von Produkten, welche der freien Vegetation entnommen werden, ist der *Kautschuk* das wichtigste. Der beste stammt von *Hevea guianensis* und wird in grossem Massstabe an den südlichen Zuflüssen des Amazonen-

stromes gesammelt; aber auch der aus Ceará ausgeführte von *Manihot Glaziovii* ist ein wertvolles Produkt.

4. Die südbrasilianische Provinz.

Sie hat eine doppelte Facies in ihrer Ausbildung: an den Küsten, sowie entlang der grössten Ströme ist ein tropischer Wald entwickelt, welcher bis über den Wendekreis des Steinbocks vordringt und noch eine Menge von Formen besitzt, die mit denen der *Hylaea* gemeinschaftlich sind; bemerkenswerte Typen sind zahlreiche hochstämmige Bombacaceae, das *Brasilholz* (*Caesalpinia echinata*), die *Jacaranda* (*Machaerium firmum*), von Palmen *Cocos*, *Asterocaryum Ayrii*, *Geonoma*. Nach dem Innern zu begegnet man demnächst an dem Aufstieg zu dem Zentralplateau ausgedehnten lockeren Buschwaldungen aus regengrünen Bäumen und Sträuchern, den *Caatingas* (*Strychnos, Bougainvillea*, *Psychotria*), in denen noch viele Palmen auftreten, wie *Copernicia cerifera*, *Mauritia vinifera*, auch Cactaceae beginnen sich zu zeigen, hauptsächlich grosse, stark bestachelte *Cereus*arten. Diese erscheinen aber den Charakter bestimmend erst in den Savannen und Steppen der *Campos* (Martius' Region der *Oreaden*), welche mit einer Vegetation von zahllosen Kräutern und Halbsträuchern vieler Familien (*Euphorbiaceae, Malvaceae*, *Sterculiaceae*, *Melastomataceae* u. s. w.), sowie einer Menge von Gräsern den grössten Teil dieses Gebietes bedecken. Zwischen den riesigen Nebenflüssen des Amazonenstromes nimmt in deren Oberlaufe bei einer Dürftigkeit der Niederschläge das Land fast das Aussehen einer Wüste an, und die Erscheinung ist nicht zu selten, dass die dort gezüchteten Viehherden aus Mangel an Nahrung und Wasser zu Grunde gehen. Viele der sonst windenden Gewächse (*Malpighiaceae*, *Asclepiadaceae*, *Convolvulaceae* u. s. w.) nehmen hier aufrechten Wuchs an; die Hochgebirgsvegetation, z. B. am Itacolumi, setzt sich aus denselben Formen zusammen. Im Süden sind grosse Wälder von *Araucaria brasiliensis*; hier liegt auch die Kultur des *Maté* oder *Congonha* (*Ilex paraguariensis*). Die Ostküste von Brasilien hat einen blühenden Plantagenbau, durch den hauptsächlich *Kaffee*[1]) und *Tabak*, aber auch *Baumwolle* gewonnen werden.

XXII. Das andine Gebiet.

Es greift insofern weit über den Umfang heraus, den man durch den Namen erwarten sollte, als die gesamten argentinischen Staaten bis nach Patagonien hinzugerechnet werden, dafür fällt aber der südliche Teil von Chile heraus. Das neotropische Element tritt der Landeserhebung oder der Entfernung vom Aequator entsprechend in subtropischen Gestalten auf; sehr bedeutungsvoll ist die Mischung mit dem borealen Elemente, das ihm durch die Vermittelung des

[1]) Brasilien ist das wichtigste Produktionsgebiet für Kaffee auf der ganzen Erde.

meridional gerichteten, fast ununterbrochenen Gebirges aus Nordamerika zugeführt wurde; an einzelnen Punkten, besonders im Süden, finden sich einige wenige arktisch-alpine Pflanzen; nicht unwesentlich wird es zumal im Süden von dem altozeanischen Elemente beeinflusst.

Aus den feuchtheissen (bei Guayaquil) oder trocken savannenartigen Gebieten (bei Lima) von der Küste aufsteigend, durchschreitet man zunächst einen Gürtel von *Guadua*, einer Gramineengattung von *bambus*artigem Aussehen, und gelangt bei 1500—1600 m in die Zone, wo die heute sehr gelichteten *Cinchonen* wachsen (bis 2800 m, einzelne aber viel höher); sie bezeichnen die Distrikte der dunstgesättigten Tropenwälder, bei minderer Feuchtigkeit begegnen uns *Wachspalmenwälder*, die bis 3000 m gehen. Darüber erscheint die schon oben berührte Zone der *Bejaria* (S. 679). Die höchsten Erhebungen der Anden unterhalb der Schneegrenze zeigen zwei differente Vegetationsformen, im nördlichen Teile, also von Columbien bis Bolivien, die von Venezuela bereits erwähnte Páramoformation und im südlichen Teile die Puna. Jene ist eine oft sehr einförmige, braune, nicht selten von Mooren unterbrochene Grasflur, auf welcher die eigentümlichen, ungeschlachten, weisswollig bekleideten Compositenstämme der *Culcitium*-, *Wernera*- und *Espeletia*arten sich einstellen; zwischen ihnen ranken die prachtvollen *Mutisien*, ebenfalls Compositae. An anderen Stellen erscheinen auch *Drimys Winteri* und *Baccharis*arten in höheren oder niederen Sträuchern. Die Puna dagegen ist eine Hochfläche, die von kniehohen *Compositen*sträuchern gleichförmig bedeckt wird. Auch die Cactaceae fehlen keineswegs, und *Cereus peruvianus* liefert in gewissen baumarmen Gegenden in seinen getrockneten Stämmen das einzige Nutzholz; andere Arten steigen in das Gebirge, und auf den Höhen um den Titicaca-See soll eine noch nicht beschriebene *Peireskia* unförmliche Klumpen nahe der Schneegrenze bilden, die von weitem wie ruhende Lamas aussehen.

Die Flora der höchsten Felspartien hat durchaus alpinen Charakter; hier treten die uns bekannten Gattungen *Gentiana*, *Draba*, *Viola*, *Alchemilla*, *Ranunculus* u. s. w. auf, dann aber auch *Astragalus* in zahlreichen, dichte Polster bildenden Arten, welchen sich endlich echt amerikanische Typen von gleicher Wuchsform zugesellen, wie *Malvastrum*, *Calceolaria*, zahlreiche *Loasaceae*. Eine eigentümliche, häufig anzutreffende Besonderheit der immergrünen Sträucher ist, dass die Blätter lackiert sind, ein Schutz gegen übermässige Verdunstung. Nach Süden zu steigen die Hochgebirgsmoore auch in die niederen Gegenden herab und bilden endlich den Tundren ähnliche Formationen, so in Patagonien und auf den Falklandinseln.

Ueber die Savannen mit reichlicher Halophytenvegetation um die teilweise Wüstencharakter zeigenden Salzflächen, sowie über die Pampas, welche Argentina bekleiden, ist das nötige schon oben (S. 630) gesagt worden.

Die Zahl der endemischen Arten ist in den Anden ausserordentlich gross, und viele von ihnen haben nur ein beschränktes Wohngebiet auf einzeln sich erhebenden Bergkegeln wie z. B. am

Pichincha, Sorata u. s. w.; ebenso gehören nicht wenige Gattungen fast ausschliesslich diesem Gebiete an, wenn sie auch teilweise auf grössere Entfernung zerstreute Arten besitzen (*Viviania*, *Malesherbia*, *Gilliesia*, *Nolana*, *Ovidia* u. s. w.).

Von den Produkten des Handels sind besonders zwei namhaft zu machen: bei Guayaquil gedeiht eine vortreffliche Sorte *Kakao*; die Stammpflanzen der *Chinarinde* gehören nur diesem Gebiete an. Die Bedeutung des Vorkommens der letzteren ist wegen der Kultur auf den Bergen der Tropen in der östlichen Hemisphäre sehr gesunken, und die Menge der zur Ausfuhr gelangenden Rinde hat bei dem Raubsystem, welches alle Bäume niederschlug, ausserordentlich abgenommen; doch ist durch jene Kultur der Ausfall reichlich wettgemacht worden.

D. Das altozeanische Florenreich.

Dieses Florenreich steht an Umfang der Länderflächen hinter den bisher besprochenen sehr erheblich zurück, hat aber dabei doch eine so ausgedehnte Breitendimension, dass wir auf ein früher viel beträchtlicheres Terrain schliessen müssen. Es umfasst den südlichen Teil von Afrika, den grössten Teil von Australien, die Mittel- und Südinsel von Neuseeland, das antarktische Waldgebiet in Südamerika, sowie die zwischen Südamerika und Afrika gelegenen Inseln Tristan d'Acunha, St. Helena und Ascension.

Die Festsetzung der Grenzen dieses Florenreiches hat wegen des Uebergreifens gewisser altozeanischer Pflanzenformen in die benachbarten Gebiete mit erheblichen Schwierigkeiten zu kämpfen; wie aber das Vorkommen des arkto-tertiären, ja sogar des arkto-alpinen Elementes in tiefen Breiten, keine Verschiebung der Einfriedigungslinien bewirken konnte, so wollen wir auch wegen dieses Vordringens des altozeanischen Elementes bis Vorderindien, den Philippinen, Neuguinea und andererseits bis nach den Anden und in Afrika bis nach Abyssinien keine Veränderung in den Grenzlinien vornehmen.

Wir können nach dem gegenwärtigen Zustande unseres Wissens mit einem verhältnismässig sehr hohen Grade von Wahrscheinlichkeit behaupten, dass gewisse Pflanzenverbände einem südlichen Zentrum entsprungen sind. Namentlich ist diese Behauptung gesichert für die Proteaceae, die Epacridaceae, die Myoporaceae, die Restionaceae, Centrolepidaceae, wahrscheinlich auch für die Eriocaulonaceae, ferner für einzelne Gattungen, wie *Eucalyptus*, *Acacia* u. s. w.

Gemeiniglich lässt man sich von der Vorstellung leiten, dass die Gebiete, welche den eigentümlichen Charakter der südlichen Floren zeigen, nur in Australien und Südafrika zu suchen seien. Wir wissen aber gegenwärtig, dass auch ein bestimmter Teil von Südamerika eine eigenartige Florenmischung zeigt, welche auf einen engeren Zusammenhang mit diesen südlichsten Distrikten hinweist: es ist das antarktische Waldgebiet in Südamerika. Die Zahl nämlich der Pflanzengattungen, welche mit gleichen oder stellvertretenden

Arten in Südamerika und auf der gegenüberliegenden Hälfte der Erde nachgewiesen werden können, ist eine ganz überraschend grosse gegenüber der ungeheuren Entfernung, durch welche jene Festländer und Inseln, besonders Australien und Neuseeland, von Amerika geschieden sind; so z. B. kommen die Cyperacee *Oreobolus Pumilio, Juncus vaginatus*, die *Caryophyllacee Colobanthus subulatus*, *Gratiola peruviana*, *Coriaria thymifolia*, *Nertera depressa* in beiden Gebieten vor und ausserdem haben *Araucaria* und *Podocarpus*, die Restionaceae, Centrolepidaceae, die Proteaceae, Epacridaceae, sämtlich hauptsächlich in Australien und Südafrika verbreitete Gruppen, auch einzelne Vertreter in Südamerika aufzuweisen.

Aus diesen Thatsachen müssen wir schliessen, dass sich die Formen der südlichen Breiten strahlenförmig von einem gemeinsamen, vielleicht sehr ausgedehnten Zentrum verbreitet haben, und dass dasselbe von Südamerika entfernter lag als von Südafrika und Australien, denn nur mit solcher Voraussetzung wird das relativ weniger beträchtliche Mengenverhältnis südlicher Gewächse in Amerika befriedigend erklärt.

Ob dieses Zentrum ein zusammenhängender Kontinent oder eine enggeschlossene Inselkette gewesen ist, welche die äussersten Extreme verband, wissen wir nicht; wir können aber besonders aus der nahen Verwandtschaft der neuseeländischen und amerikanischen Süsswassermuscheln- und Schnecken in Verbindung mit der Unwahrscheinlichkeit eines Transportes der Früchte und Samen der oben aufgezählten Pflanzen durch fliegende Vögel oder durch Meeresströmungen vermuten, dass zum mindesten die heute bestehende ausserordentliche Ausdehnung der Wasserflächen gebrochen war.

Die ehemalige Anwesenheit eines grossen Südkontinentes wurde uns schon aus den fossilen Resten in der Zeit gegen das Ende der paläozoischen Formation in hohem Grade wahrscheinlich, als wir davon sprachen, dass aus jener Periode deutliche Zeichen einer ausserordentlich ausgedehnten Vergletscherung bekannt geworden sind. Wir hatten auch den Eindruck gewonnen, dass mit einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit der Auszug der mesozoischen Flora von diesem Kontinente aus stattgefunden haben dürfte, wenigstens begegnen uns hier die schon gegen den Schluss der paläozoischen Zeit erscheinenden Geschlechter, in den Gegenden nördlich vom Erdgleicher erst in viel späteren Epochen.

In Hinsicht auf die Veränderungen, welche der Mensch in diesem Pflanzenkleide willkürlich oder unwillkürlich hervorgebracht hat, gilt in vielen Beziehungen alles das, was wir von den nördlichen, entsprechend gelegenen Teilen der Erde gesagt haben. Wo eine dichtere Bevölkerung den Anbau von Brotfrüchten erheischt, finden wir unsere Getreidearten wieder, auch Obstbau (besonders in Australien) und Weinkultur (wichtig im Kaplande) werden im grossen Massstabe betrieben.

Ueberall dort, wo eine ausgedehnte Bebauung des Bodens geübt wird, oder wo die Viehzucht in umfangreicher Weise grosse Territorien in Anspruch nimmt, haben sich in ganz besonders reicher

Menge sowohl der Arten- als der Individuenzahl nach Unkräuter aus allen Kontinenten eingefunden, die z. B. in Neuseeland schon mehrere hundert verschiedene Formen aufweisen. Die Besetzung des Bodens kann dabei eine so dichte werden, dass der Flora auf weite Strecken der eigenartige Ausdruck geraubt und ihr ein ganz anderes Gesicht aufgeprägt worden ist als das ursprüngliche war.

XXIII. Das antarktische Waldgebiet.

Es nimmt jenen schmalen Küstenstreifen ein, der von ca. 35° südl. Br. beginnt, von dem Kamme der Anden nach Osten hin begrenzt wird und bis an die Magalhaensstrasse reicht; der Feuerlandarchipel wird ebenfalls noch dazu gerechnet. Mikrothermen sind bei weitem vorherrschend, wenn auch immergrüne Sträucher und Bäume an Zahl der Individuen sehr bedeutend hervortreten. Die dichten Wälder werden hauptsächlich zusammengesetzt von immergrünen *Buchen* (*Fagus betuloides* und *F. Dombeyi*); auch einzelne Lauraceae (*Persea Lingue*) und Monimiaceae (*Peumus Boldu*), sowie *Drimys Winteri* treten hinzu. Von Nadelhölzern sind wichtig auf den Höhen die stechende *Araucaria imbricata*, *Libocedrus chilensis* u. s. w. Viele der erwähnten Gattungen finden sich in analogen Formen in Australien, bezw. Neuseeland, ausserdem sind *Fitzroya*, *Dacrydium* *Aristotelia*, *Eucryphia*, *Lomatia* (Proteacee) beiden gemeinsam. Einzelne identische Arten wurden schon früher aufgezählt. Die Zahl der Endemismen ist sehr gross und beträgt über 70 % der Arten.

Im mittleren und südlichen Teile stossen die Wälder unmittelbar an die Schneegrenze, welche in eine Tiefe herabsteigt wie in Norwegen; an einzelnen Orten reichen die Gletscher bis an das Meer. Auf den Höhen sind Tundren mit spärlicher Vegetation entwickelt; Büsche von *Azorella*, *Acaena* und *Gräsern* (*Poa flabellata*) bedecken hie und da den torfigen Boden. Im äussersten Süden zeigen sich einige Pflanzen, welche völlig mit arktisch-alpinen übereinstimmen (*Alopecurus alpinus, Gentiana prostrata*, *Trisetum subspicatum, Empetrum nigrum* und *Primula farinosa*, zum Teil in besonderen Varietäten). In dieses Gebiet wird die Heimat einer unserer wichtigsten Kulturpflanzen, der *Kartoffel*, verlegt.

XXIV. Das neuseeländische Gebiet.

Die Mittel- und Südinsel dieses Archipels sind, wie schon oben erwähnt, floristisch soweit verschieden, dass sie als besonderes Gebiet ausgeschieden werden können. Bemerkenswert ist die Differenz gegen Australien, die sich durch das Fehlen einer Reihe von charakteristischen Gruppen (Xerotideae, Calectasieae, Casuarinaceae, Myrtaceae-Chamaelaucieae) oder die auffallende Reduktion in der Zahl der Arten (Leguminosen 20 gegen 947, Proteaceae nur 2 Arten, Restionaceae ebenfalls nur 2) kundgibt.

Die Pflanzenformen in den tieferen Lagen sind Mesothermen, in den höheren Mikrothermen; von Bäumen sind bemerkenswert das immergrüne *Atherosperma Novae Zeelandiae*, eine Monimiacee und die Proteacee *Knightia excelsa*, welche bis 50 m Höhe erreichen; unter den Coniferen *Dacrydium cupressinum*, *Podocarpus*arten; die Gattungen *Veronica* Sect. *Hebe* mit grossen, immergrünen Blättern, vielfach auch als Topfpflanzen bei uns kultiviert, und *Coprosma* sind sehr arten- und formenreich. Eigentümlich ist das Vorwiegen der Farne, die 10 % der Phanerogamen gleichkommen, darunter auch der *Adlerfarn*, dessen Rhizom hier gegessen wird. Baumfarne wie *Dicksonia antarctica* sind noch häufig und gehen bis in die Nähe der Gletscher. Die Zahl der endemischen Arten ist sehr hoch (über 60 %).

XXV. Das australische Gebiet.

Der Küstensaum nördlich vom Aequator ist bereits früher besprochen worden. In dem jetzt zu behandelnden Gebiete sind die Xerophyten bei weitem vorherrschend, namentlich gilt dies von dem Zentrum und von Westaustralien. Viele der Arten haben nur ein sehr beschränktes Gebiet inne, so sind in Westaustralien 80 % endemisch, ein Verhältnis, welches von keinem anderen Teile der Erde, auch von Inseln nicht, erreicht wird. Der Osten, durch Regenfälle reichlicher und vor allem regelmässiger bewässert, wird hauptsächlich durch Mesothermen gekennzeichnet, Palmen (*Livistona australis*) gehen bis zur Südküste. In diesem Teile sind dichte Wälder und ausgedehnte Farnbestände verbreitet.

Besonders charakteristische Formen des altozeanischen Elementes gehören in die Familien der Casuarinaceae, Epacridaceae, Proteaceae, Myoporaceae, Restionaceae, Centrolepidaceae, von den Coniferen die Gattungen *Phyllocladus* mit Blättern, die an die der Farnkräuter erinnern, *Frenela*, *Callitris*, *Dacrydium*; ausserdem weisen *Acacia* und *Eucalyptus* die grösste Zahl der Arten in diesem Gebiete auf. Beide bilden meist lockere Wälder mit reichlichem Graswuchs (Eucalyptussavannen). Im Innern sind weite Strecken mit dichtem niedrigem Buschwerk, dem Scrub, bedeckt, der in zwei Formen auftritt, als Brigalow im Norden, als Mallee scrub im Süden: jener wird hauptsächlich aus *Acacia harpophylla* mit zahlreichen Stauden gebildet, dieser aus niedrigen *Eucalypten* (besonders *E. dumosa*); weite Flächen werden auch von stechenden Gräsern (*Spinifex* von den Australiern genannt), hauptsächlich von *Triodia pungens* bedeckt.

XXVI. Das Gebiet des Kaplandes.

Das pflanzengeographische Gebiet des Kaplandes hat eine viel geringere territoriale Ausdehnung als man sonst unter dem geographischen Begriffe versteht. Es umfasst nur die Südwestseite und den schmalen Küstensaum des Südens; denn nachdem die Grenze gegen

die Karroos überschritten ist, sind auch die Länder durchmessen, in welchen die altozeanischen Geschlechter in kompakten Massen und grösster Artenzahl vorkommen, wie *Erica* (300 Arten) und die anderen verwandten Gattungen, die *Banksia-*, *Protea-*, *Leucadendron-*, *Leucospermum*arten, ferner die nur hier gedeihende Gattung *Brunia*.

Alle diese Gewächse sind Mesothermen, immergrüne Sträucher von nur mässiger Höhe; ihre meist graugrüne Belaubung erinnert an die australischen Strauchformationen. Von noch niedrigeren Stauden treten *Helichrysum*, *Mesembrianthemum*, *Crassula*, *Oxalis* und *Stapelia* hinzu, die uns aber auch auf den Karroos und weiter nach der Kalahari zu in Menge begegnen. Diese sind aber wie die *Aloë-* und *Acacia*arten keine typischen Formen der Kapflora, denn viele Arten jener Geschlechter schwärmen weit durch Afrika und noch darüber hinaus. Wenn auch von jenen kapensischen Gattungen einzelne Arten in anderen Gegenden nicht fehlen — es wurde *Leucadendron argenteum* am oberen Zambesi gefunden, und vereinzelte *Protea*arten dringen bis über die Linie Kamerungebirge — Abyssinien vor — so fallen diese gegen die Hauptmenge im Kaplande nicht ins Gewicht.

XXVI.—XXIX. Die Gebiete der altozeanischen Inseln Kerguelen, Amsterdam, Tristan d'Acunha, St. Helena.

Höhenregionen lassen sich hier deswegen nicht unterscheiden, weil sich eine gleichförmige Vegetation selbst bis auf die Gipfel der höchsten Erhebungen hinzieht.

Mit Ausnahme von St. Helena, welche von Mesothermen bewohnt wird, dessen einheimische Flora aber von Eindringlingen verschiedener Gegenden arg beschränkt und vielfach verändert worden ist, sind auf diesen Inseln mikrotherme Gewächse durchaus vorherrschend. Die Zahl der Arten ist durchgehends äusserst gering, in ihrer Verwandtschaft stehen sie vielfach amerikanischen Formen nahe (so finden sich z. B. auf Tristan d'Acunha *Acaena*, *Nertera*, *Empetrum*); dieselbe Insel besitzt einen niedrigen Baumfarn *Lomaria robusta* und die buschförmige *Phylica arborea*, die auf der Höhe krummholzartige Tracht annimmt. Mannshohe Rasen (Tussocks) von *Spartina arundinacea* kennzeichnen die offenen Gegenden. Die letzterwähnten Pflanzen finden sich auch auf der Amsterdaminsel. Die Kergueleninseln sind völlig baumlos; von Stauden ist erwähnenswert die Crucifere *Pringlea antiscorbutica* (*Kerguelenkohl*). Die Phanerogame, welche bis jetzt in den höchsten südlichen Breiten gefunden wurde, ist *Aira antarctica* von den Süd-Shetlandinseln (60° s. Br.); unter 64° auf der Cockburninsel wurden nur noch Flechten und Moose gesehen, während am Viktorialand (77° s. Br.) überhaupt keine Spur einer Vegetation bemerkt wurde.

Register

der lateinischen Gattungs- und heteronomen Familiennamen.

Die **fett** gedruckten Zahlen bezeichnen den Ort, an welchem die Gattung in ihrer systematischen Stellung zu finden ist.

A.

Abies **234.** 575. 582. 645. 652.
Abietites **234.** 575.
Abrus **388.** 676.
Abutilon 424.
Acacia **383.** 384. 385. 389. 617. 621. 627. 628. 656. 670. 672. 673. 676. 682. 684. 685. 686.
Acaena 684. 686.
Acalypha 404.
Acantholimon 658.
Acanthosicyos 671.
Acanthus 501.
Acer **413.** 414. 578. 586. 588. 589. 591. 593. 641. 652.
Acetabularia 49.
Achillea 518.
Achimenes 498.
Achlya 76.
Achras 465.
Acleisanthes 337.
Aconitum **349.** 350. 630.
Acoropsis 585.
Acorus 268. **269.** 270. 271. 585.
Acrostichum **172.** 181. 668.
Actaea 349. **351.**
Actinodaphne 593.
Adansonia **425.** 607. 668.
Adenia **438.** 609.
Adenium 609. 624. 671.
Adenocarpus 669.
Adenostemma 522.
Adenostyles 630.
Adiantites 540.
Adiantum **169.** 170. 172. 181. 590.
Adonis 651.
Adoxa 510.
Aechmea 274.
Aecidium 114. **117.** 118.
Aegiceras 460.
Aesculus **415.** 591. 658. 660.
Aethophyllum 561.
Aethusa 452.
Agapanthus 280.
Agapetes 626.
Agaricus 110. 131. **132.**
Agathis **229.** 675.
Agave **287.** 625. 657. 662. 676.
Agropyrum 258.
Agrostemma 341.
Agrostis 257.
Ailanthus **399.** 659.
Aira 686.
Ajuga 486.
Akebia 351.
Albertia 560. 561.
Alchemilla **380.** 383. 670. 681.
Aldrovandia 602.
Alethopteris 182. 544. 546. 548. 550. 552. 553. 566.
Aletris 283.
Aleurites 406.
Alisma 250.
Alkanna 483.
Allium **281.** 285. 654.

Alnus 87. **310.** 322. 587. 588. 593. 632. 633.
Alocasia 270.
Aloë **280.** 285. 625. 642. 657. 671.
Alopecurus **257.** 258. 640. 684.
Alpinia 292.
Alsidium 62.
Alsine **341.** 635. 637.
Alsodeia 436.
Alsophila 172. **173.**
Alstonia 474.
Alternanthera 336.
Althaea 424.
Althenia 247. **248.**
Alyxia 672.
Amanita 132.
Amarantus 336.
Amaryllis 286.
Ambrosia 638.
Amomum 294.
Amorphophallus 279.
Amoureuxia 434.
Ampelopsis 419.
Amphisolenia 33.
Amygdalus 593.
Anabaena **22.** 221.
Anacardium 410.
Anacyclus 518.
Anagallis **462.** 671.
Anamirta 353.
Ananas 274.
Anastatica 361. 670.
Anchusa **483.** 484.
Andira 388.
Andreaea **156.** 157.
Andromeda **458.** 459. 586. 595. 635. 644.
Andropogon **256.** 648.
Androsace 601. 615.
Androstrobus 570.
Aneimia 175.
Aneimites 541.
Anemone **349.** 635.
Aneura 150.
Angiopteridium 176.
Angiopteris **176.** 178. 180. 625.
Annularia 190. **191.** 546. 550. 551. 552. 558.
Anoectomeria **343.** 588.
Anomopteris 560.
Anomozamites 565. 570. 575.
Anona **346.** 677.
Antelminellia 37.
Antennaria 517.
Anthemis **518.** 601. 647.
Anthericum 280.
Anthoceros 148.
Anthocleista 472.
Antholoma 420.
Anthospermum 672.
Anthostema 407.
Anthoxanthum 256. **258.**
Anthriscus 452.
Anthurium 269. **271.**
Anthyllis **386.** 643.
Antiaris 317.
Antidesma 405. 585.
Antirrhinum 494.
Antisthiria 630.
Apeiba **422.** 423.
Apeibopsis 579.
Apera 257.
Aphanomyces 76.
Aphanothece 21.
Aphanozymenon 22.
Aphlebia 182. **183.** 546.
Apicra 280.
Apium 451.
Apocynophyllum 474.
Apocynum **474.** 476.
Apollonias 590. 655.
Aponogeton 249.
Aquifoliaceae 411.
Aquilegia **349.** 350. 677.
Arabis **361.** 643.
Arachis **388.** 390. 669.
Aralia **449.** 579. 583.
Araucaria 223. **231.** 237. 239. 544. 561. 570. 573. 674. 675. 680. 683. 684.
Araucarioxylon 223.
Araucarites 568. 580.
Arbutus **458.** 646. 657.
Arceuthobium 324.
Archangelica **452.** 630.
Archaeocalamites **189.** 190. 533. 534. 537. 540. 541. 553.
Archaeopteris 536. 537.
Archidium 157.
Arctium **519.** 522.
Arctostaphylos 458.
Ardisia **460.** 461.
Areca 266.
Arenaria 341.
Arenga 266.
Argania 465.
Argemome 357.
Aristida 630. 670.
Aristolochia 327.
Aristotelia **420.** 684.
Armeria 463.
Armillaria 129. 130. **132.**
Arnica **518.** 519. 521.
Arrhenatherum 257.
Artabotrys 623.
Artemisia **518.** 601. 636. 647. 649. 654. 660.
Arthrophycus 532.
Arthropitys 192.
Arthrotaxis 564.
Artisia 546. 551.
Artocarpus 317. **319.**

Aruncus 377.
Arundina 299.
Arundinaria 258.
Arundo 579. 592.
Asarum 327.
Ascophyllum 55.
Asclepias **477.** 478. 609. 662.
Asparagus **282.** 285.
Aspergillus 94.
Asperula **506.** 653.
Asphodelus 280.
Aspidiaria 200. 201.
Aspidistra 282.
Aspidites 544.
Aspidium 165. 170. **171.** 172. 577. 621.
Aspidosperma 628.
Asplenites 564. 566.
Asplenum 166. **171.** 172. 181. 569. 572. 575. 579. 602. 625.
Asterocarpus 566.
Asterocaryum 680.
Asterophyllites **191.** 194. 537. 546. 548. 551. 553.
Aster **518.** 601.
Asterotheca **178.** 179. 562. 565. 566.
Astilbe 377.
Astragalus 330. **387.** 389. 609. 616. 637. 654. 558. 660.
Astrantia 451.
Atherosperma 685.
Athyrium 171.
Atrichum 158.
Atriplex 335.
Atropa **490.** 492.
Attalea 267.
Aucuba 453.
Auricularia 110. **120.**
Avena 257.
Averrhoa 392.
Avicennia **486.** 624.
Ayenia 428.
Azolla 185.
Azorella 684.

B.

Baccharis 522.
Bacillaria 37.
Bacillus 25. **31.** 556.
Bacterium **26.** 31.
Badhamia 19.
Baeomyces 106.
Baiera **227.** 550. 564. 565. 566. 568. 570. 573. 575. 576. 579.
Balsaminaceae 416.
Bambusa 258.
Bambusium 571.
Bangia 57.
Banksia 686.
Banisteria 400.
Barbula **158.** 160.
Barringtonia 444.
Bartschia 635.
Basella 340.
Basidiobolus 77.
Bassia 610.
Batis 338.
Batrachospermum 60.
Bauhinia 388.
Beania 570.
Beggiatoa **32.** 605.
Begonia 439.
Bejaria 679. 681.
Belemnopteris 563.
Bellidiastrum 648.
Bellis 518.
Bennettites **223.** 573. 576.
Berardia 650.
Berberis 114. 116. **351.** 657. 658.
Berendtia 461.
Bergeria 200. **201.**
Berrya 674.
Bertholletia **444.** 679.
Beta **333.** 334.
Betula **310.** 311. 578. 586. 591. 592. 634. 645.
Biatora 106.
Bidens **518.** 522. 676.
Billbergia 274.
Biophytum 392.
Biscutella 648.
Bixa 434.
Blaeria 669. 671.
Blechnum 165. **169.** 170.
Bocconia 358.
Boehmeria **321.** 659. 676.
Boerhaavia 337.
Boletus **126.** 616.
Bombax **426.** 467. 674. 677.
Borassus **265.** 668. 673.
Borderea 288.
Borrago 483.
Borreria 506.
Bornia 189.
Bosia 606.
Boswellia **400.** 671.
Bothrodendron **202.** 541.
Botrychium 184.
Botrydium 47. 48.
Bougainvillea **337.** 680.
Bouteloua 662.
Bowenia 220.
Brachyphyllum 564. 565. 570. 577.
Brachythecium 162.
Brasenia **343.** 592. 634.
Brassica 359.
Brighamia 665.
Briza 257.
Bromus **257.** 601.
Broussonetia **317.** 659.
Brucea 674.
Bruckenthalia 651. 652.
Bruckmannia 192.

Bruguiera **445.** 447. 624.
Brunella **487.** 620.
Brunfelsia 492.
Bryonia 513.
Bryopogon 109.
Bryophyllum 369.
Bryopsis 49.
Bryum 161.
Buchloë 662.
Buddleia 472.
Buettneria 428.
Bulbochaete 46.
Bulgaria 104.
Bupleurum 601.
Burmannia **295.** 626.
Butomus **251.** 285.
Butyrospermum 465.
Buxbaumia 161.
Buxus **408.** 593.
Bystropogon 489.
Bytotrephis 529. 541.

C.

Cabomba 343.
Cactaceae 440.
Cadaba 364.
Caeoma 117.
Caesalpinia 675. 680.
Cajophora 439.
Cakile 601.
Caladium **270.** 669.
Calamagrostis 257.
Calamites **189.** 190. 193. 537. 541. 544. 546. 547. 548. 550. 551. 552. 553. 556. 562. 564. 565. 566.
Calamitina 189. 193.
Calamodendron 192.
Calamostachys 191.
Calamus **266.** 608.
Calathea 295.
Calceolaria **494.** 681.
Calendula **519.** 521.
Calla 269.
Calligonum 670.
Callipteris 547. 548. 550. 551. 552.
Callistemon 446.
Callithamnion 62.
Callitriche **407.** 602.
Callitris **235.** 238. 587. 591. 657. 685.
Calluna **458.** 595. 601. 645. 648. 654.
Calocera 110. **121.**
Calophyllum **431.** 664.
Calosanthes 499.
Calothamnus 446.
Calotropis 670.
Caltha 348.
Calycanthus 353. **354.**
Calycera 516.
Calymmatotheca 540, 544.
Calypogeia 151.
Calyptrocalyx 446.
Calyptrospora 118.
Calystegia 480.
Camelina **361.** 638.
Camellia 659.
Campanula **514.** 620. 636. 647. 651. 655.
Cananga 346.
Canarina 656.
Cancellophycus 567.
Candollea 516.
Canella 435.
Cannabis 319.
Cantharellus 127.
Capparis **363.** 364. 670.
Caprifoliaceae 508.
Capsella **361.** 362. 601.
Capsicum 490.
Carallia 672.
Caralluma 642. 658.
Carapa 674.
Cardamine **361.** 362. 643. 670.
Cardiocarpus **223.** 542. 546.
Cardiopteris **180.** 182. 533. 540. 541. 542.
Cardiospermum 415.
Carduus 519.
Carex **260.** 261. 262. 263. 620. 621. 635. 636. 648. 649. 676. 678.
Carica 438.
Carissa 627.
Carludovica 268.
Carpinus 305. **308.** 310. 591. 632. 633.
Carthamus 520.
Carum **452.** 651.
Carya **305.** 587. 661. 673.
Caryocar 429.
Caryophyllus **446.** 674.
Caryophyllaceae 340.
Cassia 385. **386.** 389.
Cassiope 459.
Cassytha **356.** 668.
Castanea **312.** 585. 650. 652. 657.
Castaneopsis 660.
Castilleja 635.
Castilloa 319.
Casuarina **300.** 609. 674.
Catalpa 499.
Catasetum 299.
Catha 411.
Caulerpa 49.
Caulopteris **183.** 546. 561.
Cavanillesia 609.
Cecropia **318.** 617.
Cedroxylon 238.
Cedrus 657.
Ceiba **425.** 426. 607. 626. 668. 678.
Celosia 336.
Celtis **314.** 316. 593.
Centaurea **520.** 521. 522. 620. 658.
Centranthus 511.
Centrolepis 273.

Cephaëlis 506.
Cephalanthera **297.** 299.
Cephalanthus **503.** 504.
Cephalotaxus **228.** 229.
Cephalotus 370.
Ceramium **62.** 603.
Cerastium **341.** 669.
Ceratiomyxa 19.
Ceratium 33.
Ceratonia 386.
Ceratophyllum **344.** 592. 602. 604. 620.
Ceratostrobus 580.
Cerbera 474.
Cercis 588. 593.
Cercophora 444.
Cereus 405. **440.** 611. 627. 661. 677. 680. 681.
Ceriops **445.** 624.
Ceropegia **477.** 609. 656.
Ceroxylon 266.
Ceterach 170.
Cetraria 60. 90. **107.** 614.
Chaenomeles 379.
Chaetoceras 37.
Chaetomorpha 47.
Chaeromyces 96.
Chaerophyllum 452.
Chaetophora 45.
Chamaecyparis 236.
Chamaedorea 266.
Chamaerops **265.** 267. 593. 656. 657.
Chantransia **60.** 602.
Chara 50. **51.** 549. 573. 576. 581. 602.
Characium 44.
Cheilanthes **169.** 170.
Cheiranthodendron 427.
Cheirolepis 565. 568.
Chelidonium **357.** 358.
Chenopodium **333.** 335. 601. 621.
Chimaphila 455. **456.** 678.
Chiococca 505.
Chlamydococcus 42.
Chlamydomucor **68.** 86.
Chloranthus 303.
Chlorococcus **44.** 106.
Chlorosplenium 105.
Chondodendron 353.
Chondrites 540. 562. 567.
Chondrus **60.** 61.
Chorda 603.
Christiania 422.
Chroococcus 21.
Chrozophora 404.
Chrysanthemum **518.** 651.
Chrysobalanus **382.** 663.
Chrysomyxa 114. **118.**
Chrysophyllum 465.
Chrysosplenium 371.
Chytridiaceae 77.
Cibotium 173.
Cicendia 647.
Cichorium 519. **520.**
Cinchona **503.** 507. 581. 673. 681.
Cinchonidium 506.
Cinclidotus 158.
Cineraria 650.
Cingularia 192.
Cinna 635.
Cinnamomum 355. **356.** 357. 583. 585. 586. 587. 588. 591. 659.
Circaea **448.** 642.
Cirsium **520.** 522.
Cissampelos 353.
Cissus 330. 579. 612. 616.
Cistus **434.** 593. 616. 628.
Citrullus **513.** 670.
Citrus 399.
Cladium 620.
Cladonia 90. **108.** 614. 647.
Cladophlebis 172.
Cladophora **47.** 106. 602.
Cladostephus 52.
Cladothrix 32.
Cladotrichium 78.
Clathraria 205. 206.
Clathropteris **174.** 562. 563. 564. 565. 566. 568.
Clathroptychium 19.
Clavaria 123.
Claviceps 98.
Clavija 622.
Clematis 349.
Cleome 363.
Clermontia 665.
Clerodendron 486.
Clethra 454. 455. 655.
Climacium 594.
Closterium 39.
Clostridium 26.
Clusia **431.** 626.
Cneorum 398.
Cnestis 593.
Cnicus 519.
Cobaea 481.
Coccinodiscus 581.
Coccocarpia 91.
Coccoloba 332.
Cocconeis 37.
Cochlearia 359.
Cochlospermum 434.
Cocos **267.** 672. 675.
Codiaeum 404.
Codiola 47.
Coenogonium 106.
Coffea **505.** 669. 670.
Coix 256.
Cola **427.** 668.
Colchicum **278.** 279.
Coleochaete 46.
Coleosporium 114. **118.**
Coleus 488.
Collema 106.

Colletia 625.
Collomia 660.
Colobanthus 683.
Colocasia 270.
Columellia 498.
Comarum 380.
Commelina 275.
Commiphora **400.** 671.
Compositae 516.
Connaracanthium 585.
Conferva **45.** 152.
Conidiobolus 77.
Coniferae 224.
Conioselinum 635.
Conium 451.
Conocarpus 624.
Conospermum 322.
Convallaria 282.
Convolvulus **480.** 620. 675.
Copaifera 385.
Copernicia 680.
Coprinarius 131.
Coprinus 128. **131.**
Copromyxa 17.
Coprosma 674. 676. 685.
Coptis 642.
Cora 132.
Corallina 64.
Coralliorrhiza 140. **297.** 626.
Corchorus 422.
Cordaianthus **222.** 223.
Cordaispermum **222.** 223.
Cordaites 221. **222.** 536. 537. 546. 548. 549. 551. 552. 553.
Cordia 483.
Cordyceps 99.
Cordyline 282.
Coriandrum 452.
Coriaria **409.** 683.
Corispermum 335.
Cornus **453.** 634. 647.
Correa 399.
Cortinarius 132.
Corydalis **358.** 635.
Corylus **308.** 309. 310. 578. 589. 591. 632. 633. 659.
Corypha **265.** 612. 673.
Cosmarium 39.
Costus 294.
Cotinus 411.
Cotula 520.
Cotylanthera 626.
Cotyledon **369.** 625. 671.
Cousinia 658.
Crambe 601.
Crassula 671. 686.
Crataegus 119. **378.**
Cratopleura **343.** 592.
Credneria **321.** 579. 580. 581.
Crematopteris 561.
Crenothrix 32.
Crepis 520.
Crescentia 499.
Cressa 611.
Crocus **289.** 606.
Cronartium 114. **118.**
Crossochorda 531.
Croton **404.** 405. 406.
Crucibulum 138.
Cruciferae 359.
Cruziana 529. 531.
Cryptogramme 169.
Cryptomeria **234.** 659.
Cucumis 513.
Cucurbita 513.
Culcitium 681.
Cunninghamia 582.
Cuphea 433.
Cupressinoxylon 238.
Cupressus **235.** 660.
Curculigo 287.
Curcuma **292.** 675.
Curupita 444.
Cuscuta 356. **480.** 481. 616. 647.
Cusparia 399.
Cyanea 665.
Cyathea **172.** 173.
Cyathodes 676.
Cyathophycus 536.
Cyathus 138.
Cycadospadix 220.
Cycadospermum 220.
Cycadoxylon 220.
Cycas 193. **219.** 564. 568. 570. 575. 579. 582. 659. 673.
Cyclamen **462.** 463.
Cyclanthera 514.
Cyclopteris **182.** 536. 541. 544. 552.
Cyclostigma 533. 534. 537.
Cydonia 379.
Cymodocea 604.
Cymopolia 49.
Cynanchum 119. **478.**
Cynocrambe 337.
Cynoglossum 483.
Cynomorium 326.
Cynosurus 257.
Cyperites 571.
Cyperus **259.** 270. 629. 668.
Cypripedilum 296.
Cyrtandra 665.
Cystopteris **169.** 170. 627.
Cystopus 74.
Cytinus **330.** 616. 626. 642.
Cyttaria 104.
Czekanowskia **227.** 570. 572.

D.

Daboecia 646. 654.
Dacrydium 684. 685.
Dacryomyces 121.

Dactylaena 364.
Dactylis 257.
Dactylus 257.
Dadoxylon 536. 542.
Daedalea 126.
Dahlia 518.
Dalbergia **389.** 593. 673.
Dalechampsia 407.
Damarites **220.** 580.
Danaea 178. **179.**
Danaeopsis **179.** 562. 565.
Daphne **442.** 650.
Darlingtonia 365.
Dasylirion **282.** 662.
Dasyscypha 105.
Datisca 439.
Datura **491.** 492. 601.
Daucus 452.
Davallia **169.** 170. 540.
Dechampsia 257.
Delissea 665.
Delphinium **349.** 350.
Demazeria 259.
Dendrobium 297.
Dendrophthora 324.
Dendrosicyos 513.
Dermatophyllites 408.
Desmidium 39.
Desmodium **388.** 390.
Deutzia 585. 586. 642.
Dewalquea **349.** 580. 581. 583. 588.
Deyeuxia 258.
Dianthus **341.** 342.
Diapensia **460.** 661.
Diaporthe 100.
Dicentra 358.
Dichopetalum 402.
Dicksonia 546. 654. 685.
Dicksoniites 546. 551.
Dicranophyllum 549.
Dicranum 160.
Dictamnus **398.** 399.
Dictyocalamus 554.
Dictyolithes 531.
Dictyophyllum 565. 566. 567. 568. 575. 576.
Dictyophyton 536.
Dictyophora 134.
Dictyopteris 546. 548.
Dictyostelium 17.
Dictyota 57.
Dictyoxylon 203. 207.
Dictyuchus 76.
Didymaea 507.
Didymosurus 174.
Dieffenbachia 270.
Digitalis **495.** 496. 630.
Dinemandra 401.
Dionaea 366.
Dioon 220.
Dioonites 575.
Diorchidium 114.
Dioscorea **288.** 619. 649. 675.
Diosma 399.
Diospyros **465.** 466. 467.
Diplazium 569.
Diplococcus 25.
Diplopora **49.** 533. 565.
Diplotaxis **362.** 610.
Diplotmema 540.
Dipsacus 512.
Dipterocarpus **433.** 674.
Dipteryx 388.
Dischidia 611.
Dispora 31.
Dodonaea 416.
Dolerophyllum 223.
Dolichos 388.
Dombeya 428.
Dorema **452.** 649.
Dorstenia **317.** 319.
Dorycordaites 222.
Draba **361.** 615. 640. 653. 677. 681.
Dracaena **282.** 335. 655.
Dracontium 269.
Dracunculus 270.
Draparnaldia **45.** 602.
Drepanocarpus 663.
Drimys **345.** 681.
Drosera **366.** 676.
Dryas **380.** 591. 592. 634. 635.
Dryobalanops 433.
Dryophyllum 583.
Dumontia 58.
Durio **426.** 674.
Duroia 506.

E.

Ebermeyera 501.
Ecastophyllum 663.
Ecballium 514.
Echeveria **369.** 625. 677.
Echinocactus 611. 627. 662.
Echinocereus 405.
Echinophora **451.** 452.
Echinops **520.** 521.
Echinopus 610.
Echinostrobus 570. 573. 580.
Echium **483.** 638. 656.
Ectocarpus 52.
Edgeworthia 442.
Eichhornia 275.
Elaeagnus 442.
Elaeis **266.** 669.
Elaeocarpus **420.** 672.
Elaphomyces **97.** 99.
Elatine 433.
Elatinoides 494.
Elettaria 293.
Eleusine 257.
Elisma 250.
Elodea **252.** 602. 604. 638.

Elymus 258.
Empetrum **408.** 621. 635. 640. 684. 686.
Empleurum 399.
Empusa 76.
Enantioblastos 506.
Encephalartos **220.** 589.
Enckea 303.
Endocarpon 101.
Endolepis 561.
Endomyces **86.** 87.
Endospermum 407.
Engelhardtia **305.** 587. 675.
Entada 623.
Enteromorpha 45.
Entomophthora 77.
Eolirion 576. 577.
Eophyton 529. 535.
Eopteris 531.
Ephebe 101.
Ephedra **239.** 609. 625. 650. 670.
Epidendrum 297.
Epilobium **448.** 620. 674.
Epiphyllum 440.
Epipogon 297.
Equisetum **187.** 188. 189. 549. 560. 561. 562. 563. 564. 565. 566. 568. 569. 571. 572. 575.
Eranthemum 501.
Eremospatha 668.
Eremurus 654.
Erica **458.** 628. 635. 646. 647. 650. 654. 655. 657. 671.
Ericinella 669. 671. 672.
Erigeron **518.** 638.
Eriocaulon **273.** 647.
Eriodendron 425.
Eriophorum **259.** 262. 634.
Erodium 391.
Eryngium 451. **452.** 601. 620.
Erysiphe 93.
Erythraea **472.** 473. 601.
Erythrina **388.** 390. 667.
Erythrophloeum 385.
Erythroxylon 396. **397.**
Espeletia 681.
Euastrum 39.
Eucalamites 189.
Eucalyptus **446.** 579. 581. 610. 628. 674. 675. 682. 685.
Euchema 62.
Euchlaena 256.
Eucryphia 684.
Eudorina 42.
Eugenia 627.
Euonymus 411.
Eupatorium 521.
Euphorbia 117. **405.** 406. 407. 655. 656. 671.
Euphrasia **496.** 642.
Eurotia 660.
Eurotium **94.** 95.
Euryale 344.
Eusideroxylon 356.
Euterpe 266.
Excoecaria 404.
Exidia 110. **120.**
Exoascus 87.
Exobasidium 110. **122.**
Exocarpus 325.
Exogonium 480.
Exostema **503.** 662.

F.

Fagopyrum 332.
Fagus **312.** 313. 314. 588. 591. 684.
Falkia 480.
Fatsia **449.** 642.
Favularia 205.
Fayolia 549.
Fegatella 147.
Feildenia **221.** 589.
Ferula **452.** 649.
Festuca **257.** 649.
Ficaria 117.
Ficophyllum 577.
Ficus **318.** 319. 578. 579. 593. 608. 626. 673. 674. 679.
Fimbristylis 629.
Firmiana 428.
Fistulina 126.
Fittonia 220.
Fitzroya 684.
Flabellaria 222. **267.** 583. 587. 623.
Foeniculum 452.
Folliculites 592. 634.
Fontinalis 158. **162.** 602.
Forskohlea 321.
Forskohleanthium **321.** 585.
Forsythia 469.
Fouquiera 434.
Fourcroya **287.** 677.
Fragaria 380.
Fragillaria 581.
Frankenia 434.
Fraxinus **469.** 588. 589. 593.
Frenela 685.
Frenelopsis 577.
Fritillaria **281.** 654.
Frullania 151.
Fuchsia 448.
Fucus **55.** 603.
Fuligo 19.
Fumaria 358.
Funaria 142. 143. 153.
Furcellaria 63.

G.

Gaillionella 581. 583.
Galanthus **286.** 287.
Galeopsis 487.

Galium **506.** 507. 592. 642. 643. 669. 670. 674.
Galinsogaea **518.** 638. 639.
Gangamopteris 563.
Garcinia **431.** 432. 674.
Gardenia **504.** 506.
Gasteria **280.** 286.
Gaymardia 273.
Geaster 137.
Geinitzia **237.** 580.
Geissaspis 389.
Gelsemium 471.
Gentiana **472.** 600. 615. 621. 634. 635. 649. 653. 664. 674. 681. 684.
Geocalyx 151.
Geoglossum 106.
Geonoma 680.
Geranium **391.** 669.
Gesnera 498.
Gigartina 60.
Gilliesia 682.
Gingko 224. **226.** 238. 239. 549. 570. 572. 578. 579. 582. 589. 591. 659.
Gingkophyllum 550. 551.
Gironniera 316.
Gladiolus 290.
Glaucium 358.
Glaux **463.** 601.
Gleditschia **386.** 659.
Gleichenia **174.** 576. 578. 579. 580. 581.
Globaria 137.
Globba 294.
Globularia **500.** 601. 648.
Gloecapsa 21.
Gloeothece 21.
Gloiopeltis 63.
Gloiotrichia 23.
Gloriosa **278.** 623.
Glossodia 299.
Glossopteris 558. 563. 567.
Gloxinia 498.
Glyceria 83. **257.** 620.
Glycine 388.
Glycyrrhiza 388.
Glyptostrobus **234.** 577. 578. 582. 585. 587. 590. 591. 641.
Gnaphalium 518.
Gnetum 224. **240.** 518. 673.
Gomphocarpus 609.
Gomphonema 35.
Gomphrena 336.
Gonium 42.
Goodyera 297.
Gossleriella 37.
Gossypium 424.
Gouania 417.
Gouldia 665.
Gourliea 628.
Gracilaria 62.
Gramineae 253.
Graphis 102.
Gratiola **494.** 683.
Grevillea 322.
Grewia **422.** 423. 627.
Guadua 681.
Guajacum **397.** 398. 678.
Guettarda **504.** 662.
Gunnera 449.
Guttiferae 431.
Guttulina 17.
Gymnadenia 647.
Gymnandra 495.
Gymnogramme 170. 181.
Gymnosporangium 119.
Gynandropsis 363.
Gynerium 257.
Gynura 669.
Gypsophila 616.
Gyroporella **49.** 533. 565.

H.

Habenaria **297.** 654.
Haberlea **498.** 619. 643. 652.
Haemanthus 286.
Haematoxylon **386.** 677.
Hagenia **380.** 381. 670.
Hakea 322.
Halesia 467.
Halophila 252.
Halorrhagis 449.
Halosphaera 44.
Haloxylon **334.** 649.
Hamamelis **373.** 374. 585. 586. 642.
Hamelia 662.
Hapalosiphon 23.
Haplomitrium 150.
Hariota 611. 625.
Hausmannia 575.
Havetiopsis 431.
Hawlea **176.** 178.
Haworthia 280.
Hebenstreitia 495.
Hedera **450.** 583. 613.
Hedysarum 654.
Heliamphora 365.
Helianthemum 434.
Helianthus **518.** 519. 520. 662.
Helichrysum **518.** 612. 669. 686.
Helicia 322.
Heliconia **291.** 663.
Helicteres 549.
Heliophila 359.
Heliotropium 483.
Helleborus 348.
Helvella 106.
Hemerocallis **280.** 286.
Hemileia 505. 673.
Hemitelia 181. 182.
Henriquezia 507.
Heracleum **452.** 630.

Heritiera 664.
Hermannia **427.** 428.
Herminiera 270.
Hernandia 357.
Herniaria 342.
Herreria 280.
Heterobasidium 110.
Hevea **404.** 679.
Hibbertia 408. **428.**
Hibiscus **424.** 425. 664. 676.
Hieracium **520.** 619. 666. 678.
Hierochloe 258.
Hildebrandtia 602.
Hillia 625.
Hippocastanaceae 415.
Hippocratea 412.
Hippocrepis 600.
Hippomane 404.
Hippophaë **442.** 653.
Hippuris **449.** 602. 604.
Hiraea 400.
Hirtella 382.
Holopleura **343.** 588. 592.
Hoodia 624.
Hopea 433.
Hordeum 258.
Hormidium 45.
Hostinella 531.
Hottonia **462.** 602.
Houttuynia 301.
Hoya **477.** 611.
Humiria 396.
Humulus 318. **319.**
Hura 405.
Huttonia 191.
Hyacinthus 282.
Hyalotheca 39.
Hydnora 330.
Hydnum 123.
Hydrangea 371.
Hydrastis **348.** 642.
Hydrocharis **252.** 602.
Hydrocleis 251.
Hydrocotyle **451.** 452.
Hydrodictyon 44.
Hydrostachys 368.
Hylocomium **162.** 594.
Hymenaea 385.
Hymenogaster 137.
Hymenophyllum 646.
Hyobanche 496.
Hyoscyamus **491.** 493. 601.
Hypecoum 357.
Hypericum **431.** 432. 669. 671.
Hyphaene **265.** 670.
Hypholoma 131.
Hypnum **162.** 592. 594.
Hypochnus 122.
Hypoxylon 101.
Hyssopus 488.
Hysterium 102.

I.

Idesia 436. **437.**
Ilex **411.** 412. 590. 647. 655. 680.
Illicium 345.
Imperata **256.** 629. 674.
Impatiens **416.** 417. 617. 639.
Indigofera 386.
Inocarpus 676.
Inolepis 576.
Inula **517.** 519.
Ionidium 436.
Ipomoea **480.** 664.
Iriartea 266.
Iris **290.** 289.
Irpex 123.
Isatis 359.
Isnardia 448.
Isodendron 621.
Isoetes 193. 210. **211.**
Jacaranda 499.
Jambosa 446.
Jasione 515.
Jasminum 470.
Jatropha **404.** 407. 607.
Jatrorrhiza 353.
Jeanpaulia 564.
Jodina 628.
Johnsonia 286.
Juglandiphyllum 577.
Juglans **304.** 305. 587. 588. 590. 591. 592. 593. 658. 660. 661.
Juncus **276.** 277. 643. 683.
Jungermannia 152.
Juniperus 119. **236.** 654. 657. 661. 670.
Jurinea 617. 637.
Jussieua 448.

K.

Kadua 665.
Kaidacarpum 571. 572.
Kigelia 499.
Kissenia 439.
Knightia 685.
Knorria **201.** 533. 534. 537. 540. 542.
Koelreuteria 416.
Koenigia **332.** 644.
Krameria 386.
Krannera 580.
Kaulfussia 178. 179.

L.

Labiatae 486.
Laburnum 386.
Laccopteris **174.** 563. 565. 566. 568. 575.
Lachnea 103.
Lacistema 303.
Lactarius **131.** 616.
Lactoris **345.** 620.
Lactuca 519. **520.**

Laggera 669.
Lagetta 442.
Laguncularia 624. 663.
Laminaria 53. **54.** 603.
Lamium 487. 489.
Landolphia **474.** 668.
Lantana 486.
Lapageria 283.
Laportea 321.
Lardizabala 351.
Larix **231.** 604. 645. 659. 660.
Larrea 662.
Lasiandra 627.
Lathraea **497.** 616. 626. 652.
Lathyrus **388.** 389. 635. 642.
Laudatea 132.
Laurus **356.** 590. 593. 654. 655.
Lavandula 488.
Lawia 368.
Lebetanthus 460.
Lecythis 444.
Ledum 118. **457.** 595. 635.
Leguminosae 383.
Leiodermaria 205. 206. 207.
Lemanea 59.
Lemna **272.** 602. 620.
Lennoa 456.
Lens 388.
Lentinus 129.
Leontodon 521.
Leontopodium **518.** 651.
Lepidagathis 501.
Lepidium 359. 362.
Lepidocaryopsis 267.
Lepidodendron **200.** 201. 202. 203. 204. 205. 207. 209. 533. 534. 535. 537. 540. 541. 542. 543. 546. 547. 548. 550. 551. 552. 553. 556.
Lepidophloios 202.
Lepidophyllum 534.
Lepidostrobus 200. **202.** 203. 204. 570.
Lepiota 132.
Leptadenia 625. 669.
Leptocarpus 273.
Leptomeria 325.
Leptospermum 674.
Leptothrix 32.
Levisticum 452.
Lesquerella 361.
Lessonia 603.
Leucobryum 160.
Leucocoryne 286.
Leucadendron **322.** 686.
Leucogaster 137.
Leucojum **286.** 287. 606.
Leuconostoc 30.
Leucospermum 686.
Leucothoë 669.
Libocedrus 580. 581. 587. 660. 674. 684.
Lichina 101.
Ligustrum 470.
Lilaea 250.
Lilium 281.
Lillia 353.
Limnanthemum 473.
Limnanthes 409.
Limnocharis 251.
Linaria **494.** 495. 496. 651.
Lindera 356.
Lindernia 495.
Lindsaya 170.
Linnaea 509.
Linum **393.** 394. 395. 593.
Liparis 297.
Lippia 486.
Liquidambar 373. **375.** 467. 588. 589. 591. 632. 633. 640. 641.
Liriodendron **345.** 578. 579. 588. 589. 590. 591. 632. 633. 641. 661.
Listera 297.
Lithothamnium **64.** 573. 581. 583.
Litsaea 583.
Littorella 502.
Livistona **265.** 685.
Lobelia 515.
Lodoicea 672.
Logania 472.
Loiseleuria 644.
Lomaria 686.
Lomatia 684.
Lomatophloios 202.
Lonicera **509.** 510.
Lophocolea 151.
Lophodermium 102.
Loranthus 324.
Lotus 386.
Luehea 423.
Luffa 513.
Lumnitzera 447.
Lunularia 147.
Lupinus 386.
Luziola 258.
Luzula 276. 277.
Lychnis 341.
Lycium 490.
Lycogala 19.
Lycoperdon 137.
Lycopodites **196.** 198. 534.
Lycopodium **196.** 197. 198. 202. 534. 621.
Lycopsis 117.
Lygeum 657.
Lygodium **175.** 583.
Lyngbya 21.
Lyonsia 476.
Lysimachia 462.
Lythrum 443.

M.

Macclintockia **321.** 579.
Machaerium 680.
Macfadyena 499.

Macrocystis **54.** 603.
Macroplectron 297.
Macrostachya 191.
Maesa 460.
Maerua 364.
Magnolia **345.** 578. 579. 588. 591. 642. 659. 661.
Majanthemophyllum 579.
Majanthemum 282.
Maieta 448.
Malaxis 297.
Malesherbia 682.
Mallotus 404.
Malope 424.
Malus 379.
Malva **424.** 425.
Malvastrum **425.** 681.
Mammea 431.
Mamillaria **441.** 571. 661.
Manettia 507.
Mangifera 410.
Manihot **404.** 667. 669. 680.
Mantellia **220.** 224. 573. 576.
Mapania 262.
Maranta 295.
Marasmius 131.
Marattia 177. 178. **179.**
Marcgravia 429.
Marchantia 144. 147. **148.**
Marrubium 487.
Marsdenia **477.** 478.
Marsilia **186.** 583.
Marsilidium 575.
Marsippospermum 277.
Martynia 499.
Mastigobryum 151.
Matricaria **518.** 601. 638. 639.
Matonia 174. 563.
Matthiola 361.
Mayaca 273.
Mauritia 680.
Medicago **386.** 389. 637.
Medinilla 447.
Medullosa 220. 554.
Megalopteris 536.
Megaphyton **183.** 548.
Melaleuca **446.** 674.
Melampsora 114. **118.**
Melampyrum 496.
Melandryum **341.** 342.
Melanogaster 137.
Melanopsidium 504.
Melanoselinum 655.
Melianthus 416.
Melica 630.
Melilotus 386.
Melinis **256.** 672.
Melissa 488.
Melobesia 64.
Melocactus 441.
Melocalamus 258.
Melocanna 254. **258.**
Melosira 37.
Melothria 514.
Memecylon 447.
Mengea 586.
Meniscium 181.
Mentha 117. **488.** 489. 593.
Mentzelia 621.
Menyanthes **473.** 592. 642.
Mercurialis 404.
Merismopaedia 21.
Mertensia 174.
Mertensites 566.
Merulius 124.
Mesembrianthemum **339.** 609. 625. 671. 686.
Mespilus 378.
Metroxylon **265.** 675.
Metzgeria 150.
Micrococcus 24. **28.**
Micromelum 674.
Micropodium 588.
Microspira 31.
Microstylis 297.
Mikania 520.
Mikrozamia 580.
Mimosa **385.** 389. 628.
Mimulus 660.
Mimusops 465.
Mirabilis 337.
Mitchella 642.
Mnium 158. **161.**
Mollugo 339.
Monoblepharis 71.
Monolepis 335.
Monostroma 44.
Monotropa 140. **456.**
Monstera 269.
Montia 340.
Moriconia 579. 581.
Moringa 364.
Morchella 106.
Mortierella **70.** 80. 87.
Morus 317.
Mougeotia 41.
Mucor 66. **67.** 68.
Muehlenbeckia 332.
Mulgedium 630.
Muntingia 423.
Musa **291.** 292. 667.
Muscites 549.
Mussaenda 507.
Musschia 655.
Mutinus 134. **135.**
Mycorrhiza 97. **139.**
Mylitta 129.
Myoporum 501.
Myosotis **483.** 484. 643.
Myosurus 621.
Myrica **305.** 578. 583. 587. 654.
Myricaria **434.** 653.

Myriophyllum **449.** 602.
Myristica **346.** 674.
Myrmecodia 506.
Myrothamnus 373.
Myroxylon 386.
Myrsine **460.** 642. 654.
Myrtus **446.** 657.

N.

Naegelia 498.
Najas **248.** 249. 602. 620.
Najadita 571.
Napoleona 444.
Narcissus 287.
Nardosmia 635.
Narthecium 647.
Nasturtium **361.** 670.
Nauclea 506.
Navicula 37.
Nectandra 356.
Nectria 98.
Neesia 426.
Neillia 642.
Nelumbo **343.** 579. 581. 588.
Nemalion 58.
Nematophycus 532. 536.
Nemophila 482.
Neottia **297.** 298. 626.
Nepenthes **365.** 664. 672.
Nephelium 416.
Nephrolepis 165.
Neraudia 676.
Nereocystis 603.
Nerine 287.
Nerium **474.** 583. 590. 658.
Nertera 683. 686.
Neslea 361.
Neuropteris **180.** 182. 540. 541. 544. 547. 550. 552. 561. 562.
Neuwiedia 299.
Nicotiana 484. **491.**
Nigella 348.
Nigritella 297.
Nilssonia **182.** 564. 566. 568. 570. 572.
Nipa 267.
Nipadites 267.
Nitella 51.
Nitraria 653.
Nodularia 22.
Noeggerathia **182.** 183. 222. 223. 540. 541. 542. 543. 559.
Noeggerathiopsis 558. 559. 572.
Nolana **489.** 682.
Nopalea 440.
Nostoc **21.** 106. 107. 602.
Nothofagus 325.
Nuphar **343.** 602.
Nuytsia 323.
Nyctalis 110. **131.**
Nymphaea **343.** 588. 602.
Nyssa **453.** 578. 588. 589.

O.

Ochrolechia 107.
Ochroma 678.
Ochroporus 125. **126.**
Ochrosia 672.
Ocimum 487. **488.**
Ocotea **356.** 655.
Octaviana 137.
Odontopteris **182.** 544. 546. 547. 551. 552.
Odontospermum 361. **518.** 670.
Oedogonium 44. 45. **46.**
Oenothera **448.** 638.
Oidium 93. **139.**
Oldenlandia **503.** 507.
Oldhamia 529.
Olea **470.** 593. 671.
Oleandra 181.
Oligocarpia **178.** 546. 551. 566.
Oligomeris 610.
Oligoporus 110.
Olpidium 78.
Oncidium 297. **300.**
Onoclea **171.** 181. 625.
Opegrapha 102.
Ophioglossum 184.
Ophrys 601.
Opuntia **440.** 655. 657. 661.
Orchis **296.** 511.
Oreobolus **262.** 683.
Oreodoxa **266.** 678.
Origanum 488.
Ornithocercus 33.
Ornithogalum 281.
Ornithopus 388.
Orobanche **497.** 616. 626.
Orthostemon 446.
Orthotrichum 158.
Oryza **256.** 258.
Oscillaria **21.** 602. 605.
Osmunda 175. **176.** 569. 581.
Ostrya 652.
Osyris 325.
Otozamites 565. 567. 568. 569. 571. 573.
Ouratea 429.
Ouvirandra 249.
Ovidia 682.
Oxalis **392.** 617. 621. 642. 686.
Oxybaphus 337.
Oxytropis 636.

P.

Pachypodium 624.
Pachytheca 531.
Padina 57.
Paeonia **348.** 349.
Paepalanthus 273.
Pagiophyllum 237.
Palaeochorda 540.

Palaeocyparis **237.** 573.
Palaeopteris **180.** 534. 537. 541.
Palaeostachya 190. **191.**
Palaeovittaria 567.
Palaeoxyris 549. 564.
Palaquium 464.
Palissya 564. 565. 566. 568.
Palmae 263.
Palmoxylon 267.
Pancicia 652.
Pandanus **245.** 292. 580. 668.
Pandorina 42.
Pangium 437.
Panicum **256.** 621. 670.
Papaver 357.
Paphiopedilum 296.
Paradoxocarpus 592.
Parietaria 321.
Paris 282.
Parnassia 371.
Paronychia 341.
Paspalum 258.
Passiflora 438.
Pastinaca 452.
Patrinia 511.
Patzea 586.
Paullinia 415.
Pavonia 425.
Pawlownia **494.** 659.
Payena 464.
Pecopteris 177. **180.** 182. 537. 540. 544. 548. 551. 552. 553. 566.
Pediastrum 44.
Pedicularis **496.** 635. 674.
Peganum **397.** 610.
Peireskia **440.** 441. 681.
Pelargonium **391.** 671.
Peltigera 107.
Peltophyllum 642.
Penicillium 94. **95.**
Penium 39.
Pennisetum **256.** 670.
Pentaphragma 515.
Pentaphylax 585.
Pentas 669.
Pentstemon 496. 662.
Peperomia 303.
Peridinium 32.
Periploca **476.** 478. 612.
Pernettya 677.
Peronospora **73.** 75.
Persea **356.** 655. 661. 677. 684.
Pertusaria 106.
Petagnia 453.
Petiveria 338.
Petrophiloides 322.
Petroselinum 452.
Petunia 492.
Peucedanum 452.
Peumus **354.** 684.
Peziza 105.
Phacelia 482.
Phallus 133. 134. **135.**
Pharbitis 481.
Phascum 159.
Phaseolus 388.
Philadelphus 371.
Phillyrea 628.
Philodendron 269. **270.**
Philydrum 275.
Phleum **257.** 258.
Phlox **481.** 662.
Phoenicites 587.
Phoenicopsis 570.
Phoenix **265.** 267. 583. 585. 668. 673.
Pholiota 621.
Phormium 280.
Phragmidium 114. **118.**
Phragmites **257.** 620.
Phrynium 668.
Phycodes 529.
Phylica 671. 686.
Phyllachora 101.
Phyllanthus **404.** 405.
Phyllis 642.
Phyllocactus **440.** 611.
Phyllocladus **229.** 674. 685.
Phylloglossum 196.
Phyllostachys 258.
Phyllostegia 621. 676.
Phyllostrobus 573.
Phyllotheca **189.** 558. 567. 571. 572.
Phymatoderma 567.
Physalis 490.
Physcia 90.
Physostigma 388.
Phytelephas **267.** 679.
Phyteuma 515.
Phytolacca 338.
Phytophthora 72.
Picconia 654.
Picea **232.** 585. 645. 653. 660.
Picraena 399.
Pilacre 110. **121.**
Pilea 321.
Pilobolus 68.
Pilocarpus 303. **399.**
Pilostyles **330.** 616.
Pilularia 186. **187.**
Pimelea 442.
Pimenta 446.
Pimpinella 452.
Pinardia 638.
Pinguicula **497.** 635. 646.
Pinites **234.** 561.
Pinnularia 37.
Pinus **231.** 234. 238. 560. 565. 570. 575. 577. 579. 580. 584. 586. 587. 593. 616. 628. 645. 652. 656. 657. 659. 660. 661. 677. 678.
Piper 266. **301.** 302. 303. 675.
Pipturus 676.

Pirus **378.** 659.
Pisonia 337.
Pistacia **410.** 628.
Pistia 270.
Pisum 388.
Pitcairnia 274.
Pittosporum **373.** 659. 669.
Pityranthe 423.
Planera 578. 588. 591. 632. 641. 653.
Planctoniella 37.
Plantago **502.** 665.
Plasmodiophora 17.
Plataniphyllum 577.
Platanus **375.** 376. 377. 578. 580. 589. 640. 653. 658. 660.
Platycerium **172.** 575.
Platycodon 515.
Plectogyne 282.
Pleospora 100.
Plesiocapparis 363.
Pleurocladia 52.
Pleurococcus **43.** 106.
Pleurosigma 37.
Plocama 655.
Plocamium 62.
Plumaria 62.
Plumbago 463.
Poa **257.** 601. 621. 648.
Poacordaites 222.
Podocarpus **228.** 238. 575. 577. 580. 643. 670. 671. 683. 685.
Podogonium 588.
Podophyllum 351.
Podostemon 368.
Podozamites 566. 569. 572. 575. 578. 579. 580.
Pogostemon 488.
Polanisia 363.
Polemonium 481.
Polybotrya 181.
Polygala 402.
Polygonatum 282.
Polygonum **332.** 333. 634. 635.
Polyides 63.
Polyphagus 78.
Polypodium 170. **171.** 172. 181. 627.
Polyporus **124.** 125. 585. 621.
Polysiphonia 62.
Polysphondylium 17.
Polytrichum 161.
Populus **306.** 307. 308. 588. 592. 593. 663. 665. 670.
Porliera 397.
Porphyra 57.
Portulaca **340.** 620.
Posidonia **247.** 604.
Posoqueria 507.
Potamogeton **247.** 602. 604. 620.
Potentilla **380.** 635.
Pothos 269. **270.**
Pottia 160.
Prasiola 45.
Prasium 488.
Primula 417. **462.** 621. 635. 640. 651. 664. 674. 684.
Pringlea **359.** 362. 620. 686.
Pritchardia 660.
Prorocentron 33.
Prosopanche 330.
Prosopis **330.** 628. 662. 671.
Protea **322.** 686.
Protomyces **80.** 82.
Protophyllum 321.
Protopteris 183.
Prototaxites 536.
Prunus 87. 382. **383.** 645. 659.
Psalliota 131.
Psaronius **183.** 547.
Pseudolpidium 78.
Pseudotsuga **230.** 231.
Psidium 446.
Psilophyton **199.** 535.
Psilotum 198.
Psychotria **506.** 621. 627. 680.
Psyllocarpus 621.
Ptelea 665.
Pteridium 169.
Pteris **169.** 172. 579. 621.
Pterocarpus 388.
Pterocarya 622. 653.
Pterophyllum **220.** 548. 554. 562. 564. 565. 566. 567. 568. 575. 576.
Pterospermites 579.
Pterostegia 332.
Pterostyrax 468. **469.**
Ptilidium 151.
Ptilophyllum 570.
Puccinia 112. 114. **117.**
Pulmonaria 483.
Punica 444.
Pupalia 336.
Pyrenula 101.
Pyxidiophora 110.
Pythium 71.

Q.

Quamoclit 481.
Quassia 399.
Quercophyllum 577.
Quercus **312.** 314. 315. 578. 583. 585. 592. 649. 657—661. 674.
Quillaja 378.
Quisqualis 447.

R.

Radiola 395.
Radula **151.** 152.
Rafflesia 328. 329. **330.** 616. 626.
Ramondia **498.** 643. 649. 652.
Ranunculus 117. **349.** 602. 621. 636. 640. 670. 674. 676. 678. 681.

Rapatea 274.
Raphanus 361.
Raphia **265.** 668.
Raumeria 224.
Ravenala **291.** 672.
Ravenelia 114.
Ravensara 672.
Reaumuria 611.
Receptaculites 529. 533.
Remijia **503.** 679.
Renaultia 176.
Reseda 364.
Retama 669.
Reticularia 19.
Retinospora 236.
Rhabdocarpus 546.
Rhachiopteris 183.
Rhacopteris **183.** 540. 543.
Rhamnus **417.** 418.
Rhapis 612.
Rheum 331. **332.** 333. 654.
Rhexia 627.
Rhigozum 499.
Rhipodonema 132.
Rhipsalis **441.** 611. 625. 663. 668.
Rhiptozamites 572.
Rhizobium 388.
Rhizocarpon 106.
Rhizocaulon **261.** 581.
Rhizomorpha 130.
Rhizophora **445.** 624.
Rhizopogon 137.
Rhizopus 70.
Rhizosolenia 37.
Rhododendron 118. **458.** 459. 593. 601. 628. 635. 650. 652. 661. 664. 673. 674.
Rhodomela 62.
Rhodophyllis 61.
Rhodosporus 132.
Rhodymenia 62. Rhoeadales 357.
Rhus 411.
Rhynchospora 259.
Rhytidocaryon 353.
Rhytidodendron 550.
Rhytidolepis 205.
Rhytisma 104.
Ribes 119. **372.**
Riccia 146.
Richardsonia 506.
Ricinus 404.
Riella 150.
Rivina 338.
Rivularia **23.** 602.
Robinia 386.
Roccella 109.
Roepera 364.
Roestelia 119.
Rollandia 665.
Rosa **382.** 619. 666.
Rosmarinus **486.** 489. 650. 656.
Rottlera 404.
Roupala 322.
Roxburghia 277.
Royena 467.
Rubia **506.** 640.
Rubus **379.** 619. 634. 666. 679.
Ruelingia 672.
Ruellia 501.
Rumex **331.** 332. 333. 601.
Ruppia **247.** 248.
Ruscus **282.** 285. 656.
Russula 131.
Ruta 398.

S.

Sabal **267.** 585. 587. 612. 661.
Sabia 416.
Saccharomyces 139.
Saccharum **256.** 630.
Sagenopteris **187.** 564. 565. 568. 577.
Sagina 669.
Sagittaria 602.
Salacia 412.
Saliciphyllum 577.
Salicornia **334.** 660.
Salix **306**. 307. 308. 591. 592. 593. 634. 644.
Salpiglossis **492.** 493.
Salsola 334.
Salvadora **470.** 670.
Salvia 487. **488.** 489.
Salvinia **185.** 587. 602.
Samaropsis 536.
Sambucus 120. **509.** 510.
Samolus **463.** 601. 620.
Sanguinaria 358.
Sanguisorba 380.
Sanicula **451.** 643. 654. 669. 670.
Sanseviera 283.
Santalum **325.** 673.
Sapindus 415.
Saponaria 341.
Saprolegnia **76.** 78.
Sarcina 30.
Sarcobatus 660.
Sarcocaulon 610.
Sarcocephalus 506.
Sarcochlaena 430.
Sarcocolla 441.
Sarcostemma 656. 670.
Sargassum **56.** 603.
Sarothamnus 600.
Sarracenia 365.
Sassafras **356.** 357. 577. 578. 583. 591. 640.
Satureja 488.
Saxifraga **371.** 460. 615. 620. 634. 635. 646. 651. 653. 658.
Scabiosa **512.** 669.
Scaevola **516.** 664. 674.
Scapania 151.

Scheuchzeria 249.
Schiedea 621.
Schizanthus 493.
Schizonema 37.
Schizoneura **189.** 558. 560. 561. 563. 566.
Schizophyllum 131.
Schizopteris 182. **183.**
Schizostachyum 562.
Schoenocaulon 278.
Schoenoxiphium 263.
Schollera 458.
Schuetzia 554.
Sciadopitys **234.** 659.
Sciaphila 251.
Scilla **281.** 629. 647.
Scirpus **259.** 592. 620. 629. 634.
Scleranthus 342.
Scleroderma 136.
Scleropteris 573. 580.
Sclerotinia 105.
Scolecopteris **178.** 546. 547. 552.
Scolopendrium 170. **171.** 180.
Scrophularia **494.** 495.
Scutellaria 487.
Scytonema 22.
Secale 257.
Secamone 479.
Securinega 403. **404.**
Sedum **369.** 370. 625.
Selaginella **198.** 199. 204.
Selaginites 196.
Semecarpus 411.
Sempervivum 119. **369.** 593. 625. 655. 656.
Selinocarpus 337.
Sendelia 506.
Senecio 118. **518.** 639. 655. 669. 671.
Senftenbergia **178.** 540.
Sequoia 222. 231. **234.** 237. 561. 575. 577. 578. 579. 580. 582. 586. 587. 590. 591. 632. 633. 640. 660.
Serpula 124.
Sesamum 499.
Setaria **256.** 621.
Shorea 673.
Shortia 642.
Sideroxylon 655.
Sinapis 655.
Sinapodendron 655. 656.
Sloanea 420.
Solanum 490. **491.** 492. 601. 621.
Solidago 518.
Sonchus **520.** 620.
Sonerila 447.
Sonneratia 443. **445.** 624.
Sophoclesia 459.
Sophora 676.
Sorbus **378.** 645.
Sparganium 246.
Spartina 686.
Spartium 625.
Spartocytisus 656.
Spatiphyllum 271.
Spergula 341.
Sphacellaria 52.
Sphaerella 42.
Sphaerobulus 138.
Sphaerophorus 101.
Sphaeroplea 47.
Sphaerotheca 93.
Sphaerozyga 22.
Sphagnum 155. **156.** 594.
Sphenolepis 575. 576. 577. 582.
Sphenophyllum 190. **194.** 195. 540. 544. 546. 548. 550. 551. 552. 553. 556.
Sphenopteris **180.** 182. 183. 533. 535. 536. 537. 540. 541. 542. 543. 544. 546. 548. 550. 551. 552. 566. 573. 575. 577.
Sphenothallus 532.
Sphenozamites 573.
Spigelia 472.
Spinacia 333.
Spiraea **377.** 383. 630.
Spirangium 576.
Spiranthes 647.
Spiraxis 549.
Spirillum 27. 31.
Spirochaete 31.
Spirodela 272.
Spirogyra **40.** 602.
Spirophyton 536.
Spirulina 21.
Splachnum 161.
Spondias 410. 609.
Sporodinia 68.
Sprekelia 286.
Spumaria 19.
Stachannularia 546.
Stachys 487.
Stangeria 671.
Stanhopea 297.
Stapelia **478.** 624. 671. 686.
Staphylaea **413.** 593.
Staphylococcus 25. **30.**
Statice 463.
Stellaria **341.** 650. 677.
Stemona 277.
Stemonitis 19.
Stephanosphaera 42.
Sterculia **427.** 578. 579. 674.
Stevia 677.
Sticta 107.
Stigmaria 206. **208.** 209. 533. 534. 541. 543. 546. 547. 551. 552. 556.
Stipa **256.** 629. 630. 636. 648. 649. 654. 657.
Stratiotes 251. **252.** 602.
Streptocarpus 498.
Streptochaeta 259.
Streptococcus 25. **30.**
Strobilites 554.

Strophanthus **474.** 475.
Struthiola 442.
Strychnos **472.** 680.
Stuartia **430.** 585. 621.
Stylocalamites 189.
Styphelia 460.
Stypinella 119.
Styrax **467.** 469.
Subularia 362.
Succisa **512.** 643.
Swertia 664. 674.
Swietenia 607. 677.
Symphoricarpus 508. **509.**
Symphytum **483.** 484.
Symplocos **467.** 674.
Synalissa 90.
Synaphea 322.
Synchytrium 78.
Syringa **469.** 652.
Syringodendron 206.

T.

Tacca 288.
Taeniophycus 567.
Taeniopteris **176.** 547. 551. 552. 561. 562. 564. 565. 566. 567. 568. 572.
Tamarindus 385.
Tamarix **434.** 653. 656.
Tamus **288.** 647.
Taonurus 567.
Tapeinochilus 294.
Taphrina 87.
Taraxacum **520.** 601. 620.
Tarichium 77.
Taxodites 561.
Taxodium 233. **234.** 585. 586. 587. 589. 591. 632. 640. 661.
Taxoxylon 238.
Taxus 224. **229.** 238. 592. 653. 655.
Tecoma 499.
Tectona **486.** 673.
Telephora 122.
Terfezia 96.
Terminalia 447.
Testudinaria 288.
Tetradiclis 399.
Tetragonia 339.
Tetranthera 660.
Tetraphis 153.
Tetrapteris 400.
Teucrium **486.** 487. 488. 489.
Thalictrum **349.** 351. 670. 676.
Thamnidium 68.
Thapsia **452.** 651.
Thaumatopteris **174.** 564. 565. 566.
Thea 430.
Thelebolus **80.** 87.
Themeda 630.
Theobroma **427.** 428.
Theophrasta **461.** 622.
Thesianthemum 325.
Thesium 325.
Thinnfeldia **182.** 564. 565. 566. 568. 577.
Thladiantha 514.
Thlaspi 359.
Thuidium 162.
Thuja **235.** 236. 585. 586. 645.
Thunbergia 501.
Thymus 487. **488.** 489.
Thyrsopteris **174.** 176. 179. 540. 569. 572. 577.
Tilia 421. **422.** 588. 659.
Tillandsia **274.** 611. 626.
Tilletia 84.
Tilopteris 54.
Tmesipteris 198.
Tococa **448.** 617.
Todea **175.** 176. 180. 540. 541. 569.
Tofjeldia 278.
Toluifera 386.
Tolypothrix 22.
Tomentella 110. **122.**
Torellia **221.** 589.
Torreya 590.
Tortula 160.
Touchardia 676.
Tovaria 363.
Tovomita 431.
Trachylobium 385.
Trachyphrynium 623.
Tradescantia 275.
Trametes 585.
Trapa **448.** 587. 588. 591.
Tremella 120.
Trentepohlia **45.** 102.
Trianthera **356.** 585.
Tribulus **397.** 406.
Triceratium 581.
Trichomanes **168.** 646.
Trichophilus 45.
Trichopitys 550. 570.
Trifolium 386.
Triglochin 249.
Trigonella 386.
Trigonia 401.
Trigonocarpus 546.
Trinacria 583.
Triodia 628. 685.
Triphragmium 114. **117.**
Triplaris 332.
Trisetum 684.
Triticum 254. **258.**
Triumfetta **422.** 625. 633.
Triuris 251.
Trizygia 194.
Trochetia 427.
Tropaeolum 393.
Tsuga 645.
Tuber **95.** 96.
Tulipa **281.** 650. 654.
Turnera 457.

Tussilago **518.** 521.
Tylodendron 237.
Tylostoma 136.
Typha 244.

U.

Ulex **386.** 387. 647.
Ullmannia **237.** 554.
Ullucus 340.
Ulmaria 117. **380.**
Ulmiphyllum 577.
Ulmus **314.** 316. 587. 589. 593.
Ulodendron **202.** 541. 550.
Ulothrix 45.
Ulva 45.
Umbilicaria 107.
Uragoga 506.
Urena **424.** 663.
Urginea 281.
Urocystis 85.
Uromyces 114. **117.**
Uropyxis 114.
Urtica **320.** 321. 601. 621.
Uruparia **503.** 507. 623.
Usnea 109.
Ustilago **81.** 84.
Uteria **50.** 583. 587.
Utricularia **497.** 626.

V.

Vaccinium 118. 122. **458.** 613. 626. 654. 655. 677.
Valeriana **511.** 512. 678.
Valerianella 511.
Vallisneria **252.** 253.
Valsa 100.
Vandellia 495.
Vanilla 297.
Vateria 433.
Vaucheria **49.** 71.
Veratrum 278.
Verbascum **494.** 495. 496. 658.
Verbena **486.** 601.
Vernonia 521.
Veronica **495.** 496. 620. 685.
Verrucaria 101.
Vertebraria 558.
Vibrio 31.
Viburnum 509. **510.** 583.
Vicia **388.** 389. 390.
Victoria **343.** 344. 602. 679.
Vilfa 670.
Villaresia 413.
Vinca **474.** 476.
Vincetoxicum 477.
Viola **435.** 436. 437. 602. 617. 640. 651. 681.
Viscum **324.** 611.
Visnea **430.** 642.
Vitex 485. **486.** 658.
Vitis **419.** 583. 612.
Viviania 682.
Voandzeia **390.** 669.
Vochysia 401.
Volkameria 486.
Volkmannia **191.** 195.
Voltzia **237.** 554. 560. 561. 562. 563.
Volvox 42.
Voyria 626.

W.

Wahlenbergia 647.
Walchia **237.** 547. 548. 550. 551. 552.
Waltheria 427.
Warscewiczia 507.
Weichselia 580.
Weinmannia 372.
Weisia 158.
Weltrichia 565. 571.
Welwitschia **240.** 241. 671.
Wernera 681.
Widdringtonia **236.** 573. 579. 585. 587. 591. 671.
Widdringtonites 568. 580. 582.
Wikstroemia 676.
Williamsonia 565. 571. 579.
Wolffia 272.
Woodsia 170. **171.**
Woodwardia 170. **172.** 181. 590.
Wulfenia 619. 643. 650.

X.

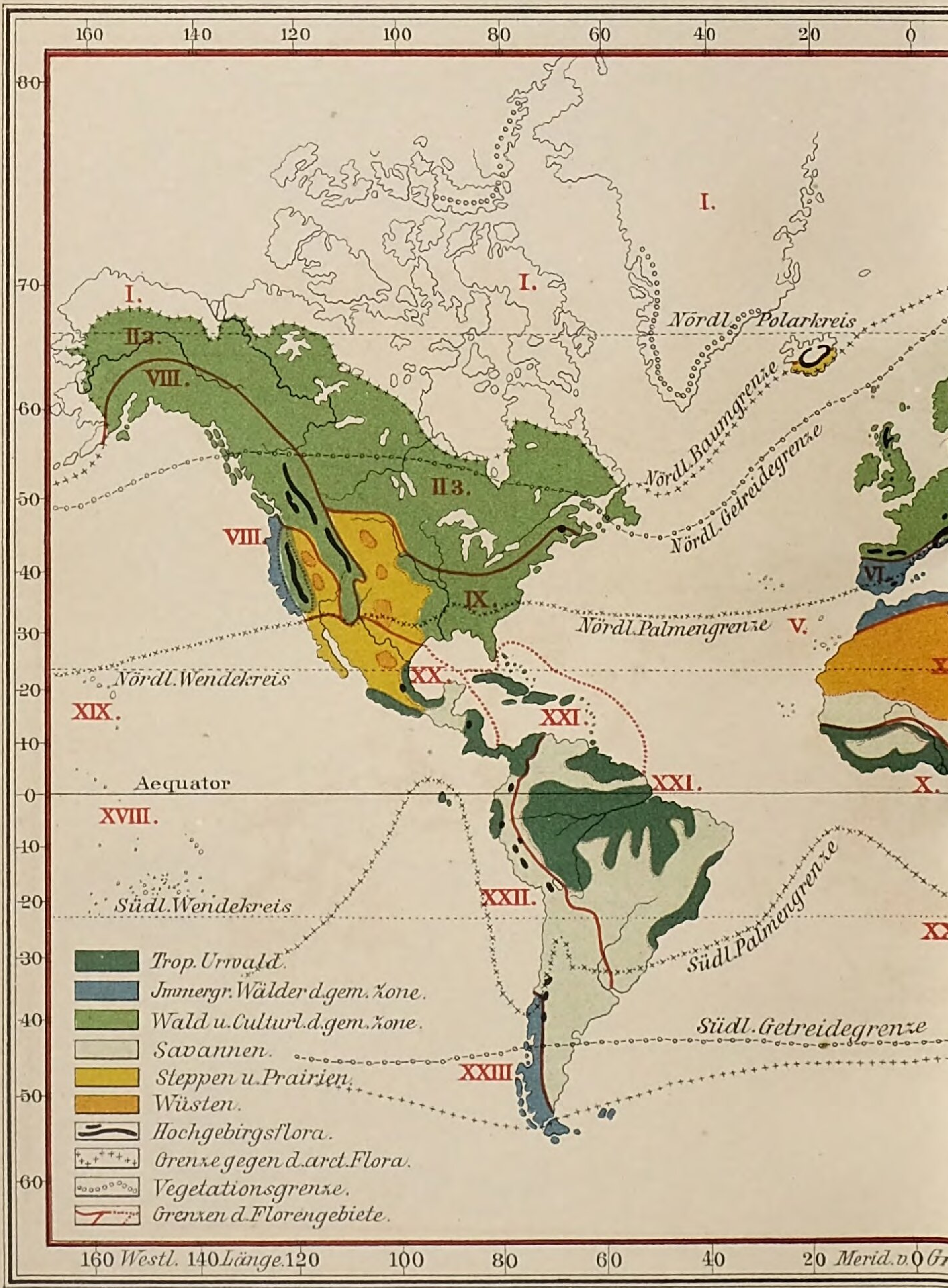
Xanthium **518.** 522.
Xanthorrhoea 280.
Xatardia 649.
Ximenia 326.
Xylaria 101.
Xylopia 346.
Xyris 273.

Y.

Yucca **282.** 662.
Yuccites 283. 570. 571.

Z.

Zamiostrobus 570.
Zamites 548. 564. 568. 569. 573. 577. 589.
Zanardinia 54.
Zannichellia **247.** 248. 602.
Zantedeschia 270.
Zea **255.** 259.
Zelkova 641.
Zeugophyllites 571.
Zilla 359.
Zingiber **293.** 675.
Zonarites 567.
Zostera **247.** 604.
Zosterites 571.
Zygnema 41.
Zygogonium 41.
Zygophyllum 397.



Gezeichn. v. J. Pohl.

VEGETATIONSKA

nach Engler entwo



Lith. v. A. Eckstein, Stuttgart.

KARTE DER ERDE

twofen v. K. Schumann.

Verlag von Ferdinand Enke in Stuttgart.

Lehrbuch der Meteorologie.

Für Studirende und zum Gebrauche in der Praxis.

Von **Prof. Dr. W. J. van Bebber,**

Abtheilungsvorstand der deutschen Seewarte.

Mit 120 Holzschnitten und 5 Tafeln. gr. 8. 1890. geh. M. 10. –

Ueber das

Gefrieren und Erfrieren der Pflanzen

und Schutzmittel dagegen.

Altes und Neues.

Von **Prof. Dr. H. R. Goeppert.**

Mit 14 Holzschnitten. Lex.-8. 1883. geh. M. 2. –

Tabellarische Uebersicht

der

Wichtigsten Nutzpflanzen

nach ihrer Anwendung

und

geographisch wie systematisch geordnet.

Von **Dr. E. Goeze.**

8. 1883. geh. M. 3. –

Aesthetik der Natur.

Für

Künstler, Naturkundige, Lehrer, Gärtner, Land- und Forstwirte, Reisende, Geistliche,

sowie

für Freunde der Natur überhaupt

ausgearbeitet von

Ernst Hallier.

Mit 109 Holzschnitten und 6 lithographierten Tafeln.

gr. 8. 1890. Geheftet M. 10. – Elegant gebunden M. 11. –

Eine neue Züchtungsmethode

des

Maulbeerspinners

(Bombyx mori L.)

mit einer

krautartigen Pflanze.

Von

Prof. Dr. C. O. Harz.

gr. 8. 1890. geh. M. 1. 60.

Verlag von Ferdinand Enke in Stuttgart.

Dendrologie.

Bäume, Sträucher und Halbsträucher,

welche in Mittel- und Nord-Europa im Freien cultivirt werden.

Kritisch beleuchtet

von **Prof. Dr. K. Koch.**

In zwei Bänden.

gr. 8. 1869—1873. geh. M. 33. 20.

Vorlesungen über Dendrologie.

Gehalten zu Berlin im Winterhalbjahr 1874—75

von **Prof. Dr. K. Koch.**

In drei Theilen.

I. Theil. Geschichte der Gärten.

II. Theil. Bau und Leben des Baumes, sowie sein Verhältniss zu Menschen und Klima.

III. Theil. Die Nadelhölzer oder Koniferen.

8. 1875. geh. M. 8. 80.

Die deutschen Obstgehölze.

Vorlesungen, gehalten zu Berlin im Winterhalbjahr 1875—76

von **Prof. Dr. K. Koch.**

In zwei Theilen.

I. Theil. Geschichte und Naturgeschichte der deutschen Obstgehölze.

II. Theil. Auswahl der zum allgemeinen Anbau empfohlenen Obstsorten.

8. 1876. geh. M. 12. —

Ueber Areca Catechu, Chavica Betle

und das

Betelkauen

von

Docent Dr. L. Lewin.

Mit 2 lithograph. Tafeln. gr. 8. 1889. geh. M. 6. —

Synopsis Plantarum diaphoricarum.

Systematische Uebersicht

der

Heil-, Nutz- und Giftpflanzen aller Länder.

Von

Professor Dr. D. A. Rosenthal.

gr. 8. 1861—1862. geh. M. 18. 20.

Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft in Stuttgart.

Messere

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Schumann, Karl,

Lehrbuch der systematischen Botanik Phytopaläontologie und Phytogeographie

Stuttgart 1894

Phyt. 641 fg

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11883197-2